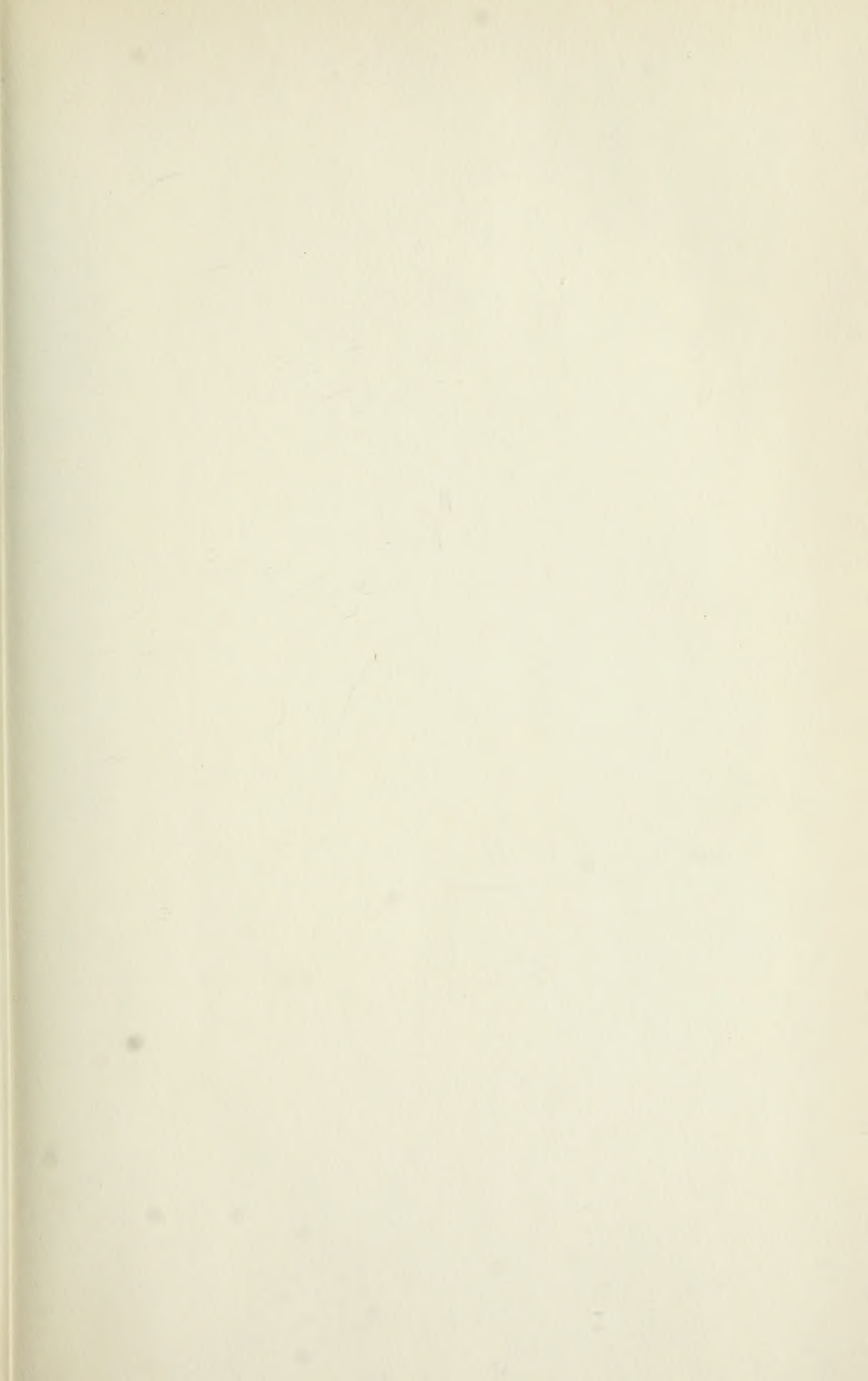
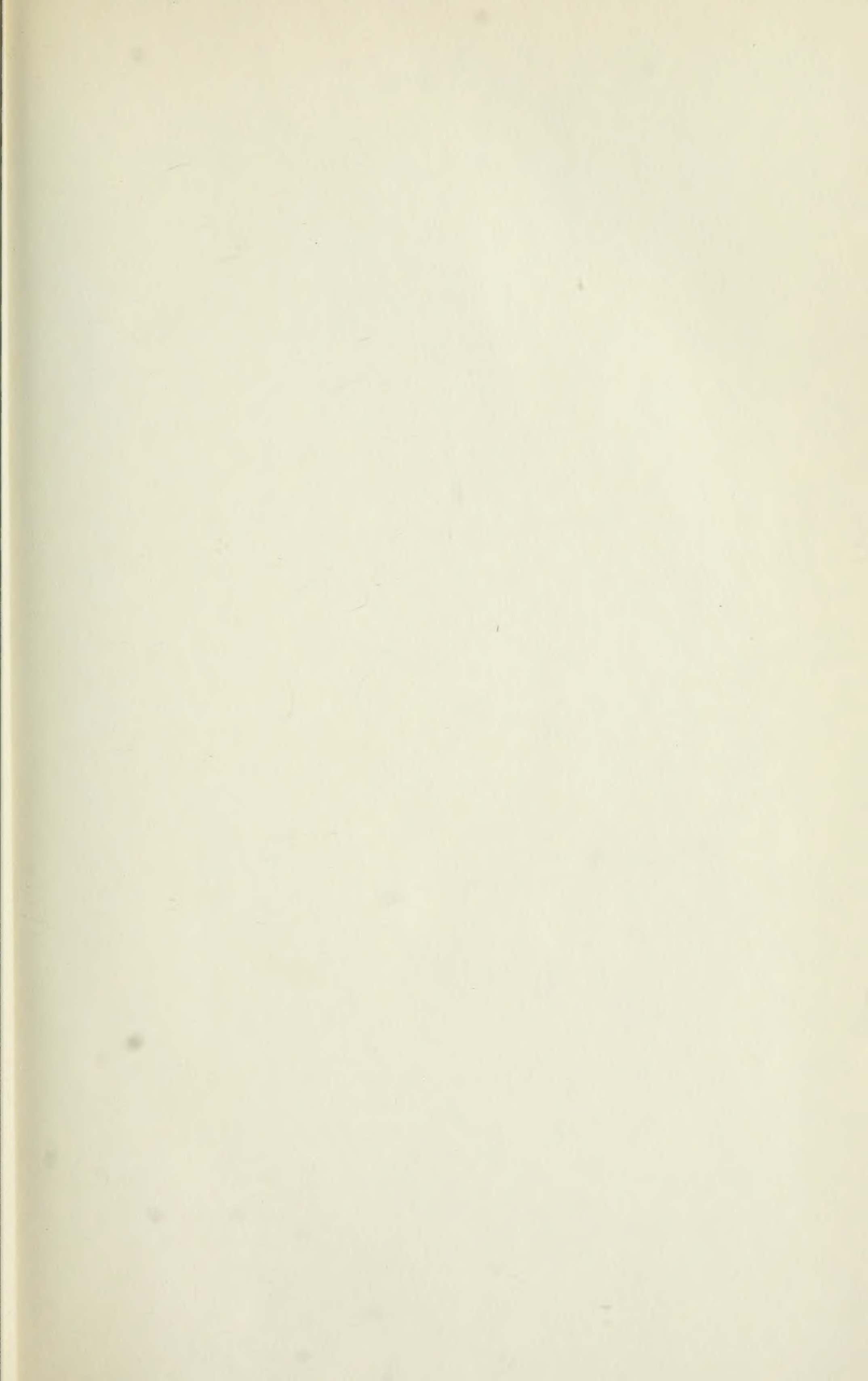












HANDBUCH DER HYGIENE.

IN ZEHN BÄNDEN.

BEARBEITET VON

Dr. ALBRECHT, Berlin; Prof. ASSMANN, Berlin; Geheimrat Dr. BAER, Berlin; Prof. R. BLASIUS, Braunschweig; Dr. AGNES BLUHM, Berlin; Sanitätsrat Dr. BRAEHMER, Berlin; Oberrealschulprofessor Dr. L. BURGERSTEIN, Wien; Prof. BÜSING, Berlin-Friedenau; Direktor Dr. EDELMANN, Dresden; Prof. FINKELNBURG, Bonn; Prof. v. FODOR, Budapest; Sanitätsrat Dr. FÜLLER, Neunkirchen; Landwirt GEORG H. GERSON, Berlin; Dr. F. GOLDSCHMIDT, Nürnberg; Privatdozent Dr. HEINZERLING, Darmstadt; Oberstabsarzt Dr. HELBIG, Dresden; Prof. HUEPPE, Prag; Stadt-Elektriker Dr. KALLMANN, Berlin; Privatdozent und Baumeister KNAUFF, Berlin; Prof. KRAFT, Brünn; Prof. KRATSCHMER, Wien; Dr. D. KULENKAMPFF, Bremen; Prof. LOEFFLER, Greifswald; Bergrat MEISSNER, Berlin; Direktor MERKE, Moabit-Berlin; Dr. E. METSCHNIKOFF, Paris; Prof. J. MUNK, Berlin; Prof. NEISSER, Breslau; k. k. österr. Sekretär im Min. d. Innern Dr. NETOLITZKY, Wien; Privatdozent Dr. H. NEUMANN, Berlin; Prof. CHR. NUSSBAUM, Hannover; Oberingenieur OESTEN, Berlin; Dr. OLDENDORFF, Berlin; Baurat OSTHOFF, Berlin; Bauinspektor E. RICHTER, Hamburg; Ingenieur ROSENBOOM, Kiel; Reg.- und Medizinalrat Dr. ROTH, Oppeln; Bauinspektor RUPPEL, Hamburg; Bergassessor SAEGER, Friedrichshütte; Physikus Dr. SCHÄFER, Danzig; Fabrikinspektor SCHELLENBERG, Karlsruhe; Dr. SCHELLONG, Königsberg i. P.; städt. Ingenieur SCHMIDT, Dresden; Bauinspektor R. SCHULTZE, Köln; Inspektor Dr. SENDTNER, München; Dr. med. SOMMERFELD, Berlin; Direktor Dr. W. SONNE, Darmstadt; Baurat STÜBBEN, Köln; Prof. STUTZER, Bonn; Direktor Dr. J. H. VOGEL, Berlin; Prof. WEBER, Kiel; Reg.- und Medizinalrat Dr. WEHMER, Coblenz; Prof. WEICHSELBAUM, Wien; Medizinalrat Dr. WERNICH, Berlin; Dr. TH. WEYL, Berlin; Dr. ZADEK, Berlin.

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. TH. WEYL,

PRIVATDOCENTEN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU CHARLOTTENBURG-BERLIN.

ZWEITER BAND.

MIT 148 ABBILDUNGEN UND 3 TAFELN IM TEXT.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1897.

HANDBUCH DER HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. TH. WEYL,

PRIVATDOCENTEN AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU CHARLOTTENBURG-BERLIN.

ZWEITER BAND.

DIE STÄDTEREINIGUNG.

BEARBEITET

VON

Prof. Dr. R. Blasius in Braunschweig; Prof. F. W. Büsing in Friedenau-Berlin; Georg H. Gerson in Berlin; Bauinspektor E. Richter in Hamburg; Prof. Dr. J. H. Vogel in Berlin; Regierungs- und Medizinalrat Dr. Wehmer in Berlin; Regierungs- und Medizinalrat Dr. Wernich in Berlin; Dr. med. Th. Weyl, Berlin.

MIT 148 ABBILDUNGEN UND 3 TAFELN IM TEXT.

GENERALREGISTER ZUM ZWEITEN BANDE.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1897.


LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO

Inhalt.

(Den einzelnen Monographien sind eingehende Inhaltsverzeichnisse vorgedruckt.)

Erste Abteilung.

Zweite Abteilung.



Die Städtereinigung.

Einleitung, Abfuhrsysteme, Kanalisation.

Bearbeitet von

Dr. R. Blasius,
Professor in Braunschweig.

Prof. F. W. Büsing
in Friedenau-Berlin.

Mit 79 Abbildungen.

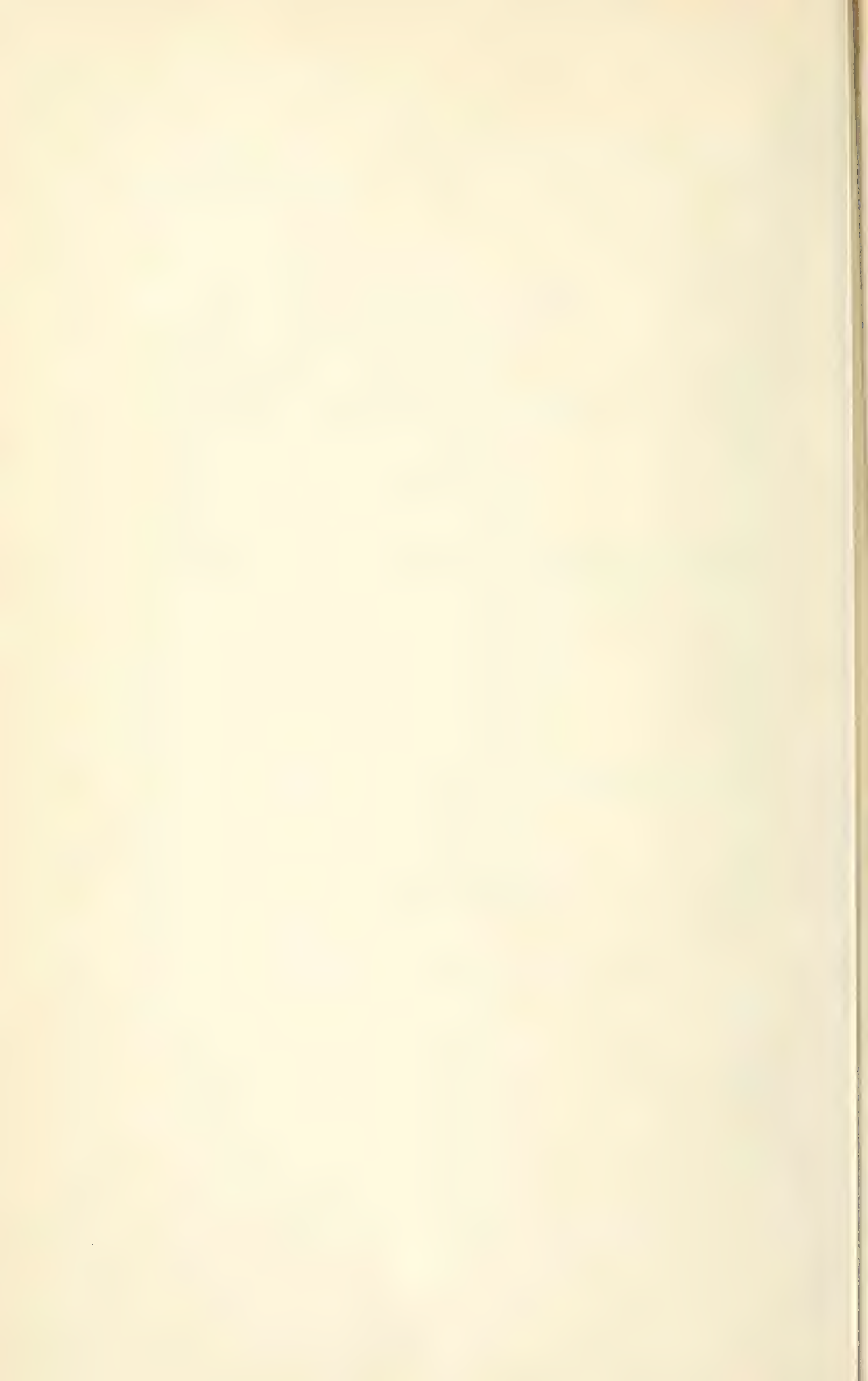
HANDBUCH DER HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1894.



Inhaltsübersicht.

Die Städtereinigung.

1. Einleitung

bearbeitet

von Prof. Dr. **R. Blasius**
in Braunschweig.

Seite

2. Abfuhrsysteme

bearbeitet

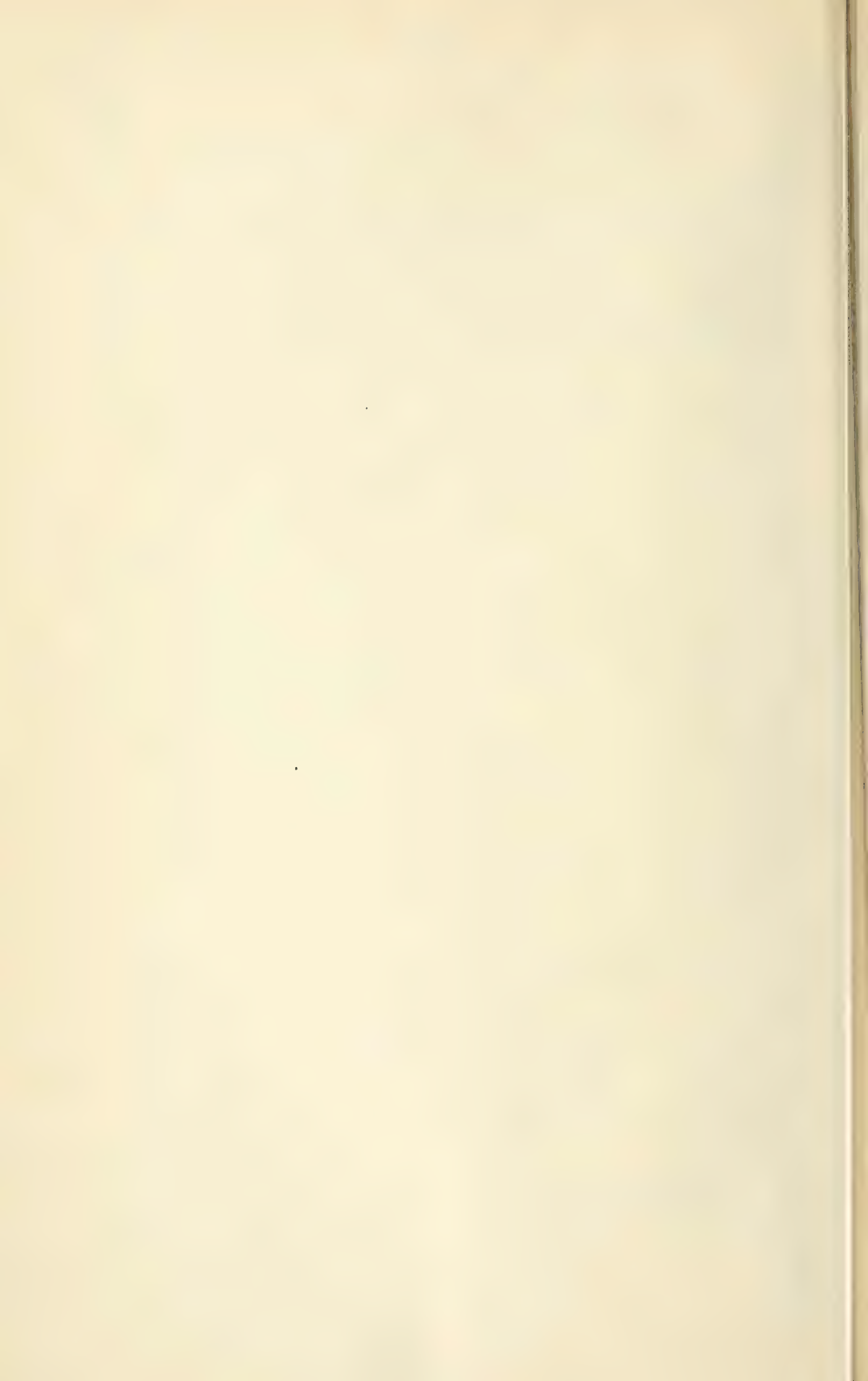
von Prof. Dr. **R. Blasius**
in Braunschweig.

---

3. Die Kanalisation.

bearbeitet

von Prof. **F. W. Büsing**
in Friedenau-Berlin.



EINLEITUNG

ZUR

STÄDTEREINIGUNG.

BEARBEITET

VON

DR. R. BLASIUS,

PROFESSOR IN BRAUNSCHWEIG.

MIT 2 KURVEN.

HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

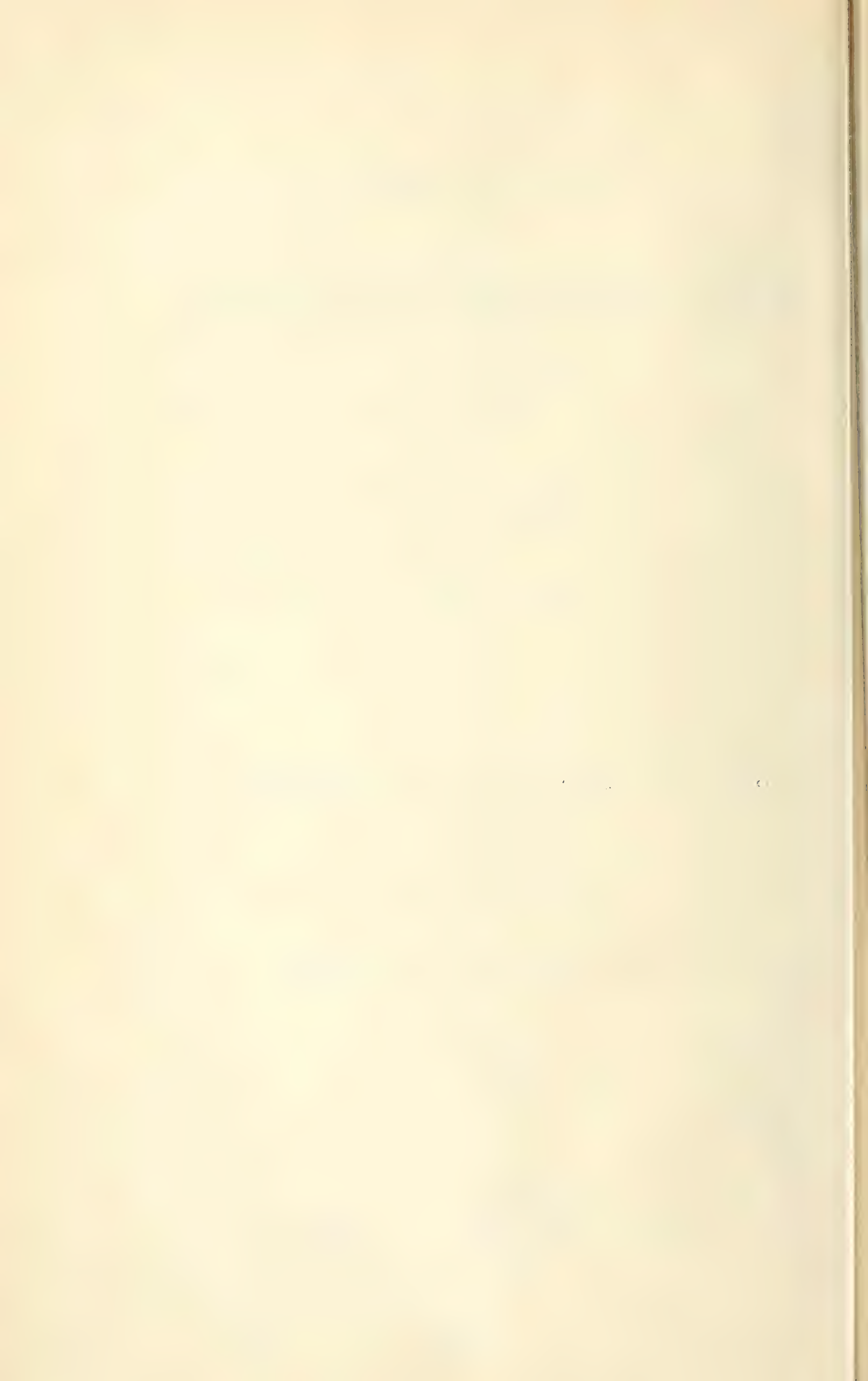
DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.

JENA,

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1894.



I. Geschichte und Entwickelung der Städtereinigung.

Soweit uns geschichtliche Ueberlieferungen vorliegen, hatten die Menschen von jeher den Trieb in größeren Mengen zusammenzuleben. Geschah dies in der Form des Nomadenlebens, so war es ein leichtes, die Abfallstoffe zu beseitigen. Dieselben wurden der Erde übergeben, wo sie eine natürliche Zersetzung durchmachten, ohne eine übermäßige Verunreinigung des Bodens bewirken zu können, weil der Ort der Niederlassung häufigem Wechsel unterlag.

Auch beim Uebergange aus dem Nomadenleben zum seßhaften Zusammenwohnen war es in Dörfern und kleineren Städten immer noch möglich, die Dejektionen in ähnlicher Weise zu beseitigen, indem man sie zur Mineralisierung mit dem Erdboden mischte und damit zu gleicher Zeit der Landwirtschaft die nötigen Dungmittel lieferte. Für größere Städte dagegen ergaben sich bei Beseitigung der Abfallstoffe von jeher bedeutendere Schwierigkeiten. Aus diesen Gründen hat man schon in den frühesten Zeiten versucht, das, was man an Dungstoffen nicht für die Landwirtschaft verwenden konnte, entweder den Flüssen zu übergeben oder an der Luft auszutrocknen oder zu verbrennen. Erde, Wasser, Luft und Feuer sind daher seit jeher von dem Menschen zur Ueberführung der aus den menschlichen Wohnungen stammenden organischen Abfälle in anorganische Stoffe benutzt worden.

Die Geschichte lehrt, daß diejenige Methode zur Entfernung der Fäkalien, die jetzt von größeren Städten, wenn irgend möglich, angewandt wird, nämlich die Fortspülung in unterirdischen Kanälen, schon in den frühesten Zeiten im Gebrauch war. Auch die bis auf den heutigen Tag erhaltenen Baudenkmäler aus vielen Städten des Altertums beweisen uns dies.

Babylon besaß nach Layard[1] schon sehr große Schwemmsiele, die mit den Wohnhäusern durch Seitenkanäle in Verbindung standen.

In Aegypten waren die größeren, vom Ueberschwemmungsgebiete des Nils entfernter liegenden Ortschaften mit einem Kanalsystem versehen, das die städtischen Abwässer teils direkt in den Fluß, teils zur Berieselung auf nahegelegene Wüstenstrecken führte. Die Gefangenen wurden zur Reinigung der Kanäle verwandt.

Bei den Juden existierten in Bezug auf Reinhaltung des Bodens mehrfach Vorschriften, so heißt es im 5. Buch Mosis, Kap. 23, V. 12: „und du sollst einen Ort außerhalb des Lagers haben, wohin du gehest zur Notdurft der Natur", und ebenda V. 13: „und du sollst ein Schäuflein am Gürtel tragen, und wenn du gesessen bist, sollst du ringsum graben und mit Erde bedecken, was von dir gegangen".

Noch heute hat sich diese Sitte bei den kriegerischen Araberstämmen erhalten. Außerhalb des Dorfes verrichtet der Araber seine Notdurft, und die Sonne sorgt für rasche Austrocknung und Desinfektion der Exkremente [2].

Jerusalem besaß zur Zeit der Judenkönige Wasserleitungen und Drainage, und noch jetzt kann man die Spuren der Rinnen über die Felsen hin nach dem Kedronthale zu verfolgen; auch Ninive hatte Wasserleitung und Drainage.

Die Griechen hatten in dem Alphedron einen Raum zur Ablagerung der Exkremente, der weitab von den eigentlichen Wohnzimmern lag. Außerdem waren bei den Griechen und auch bei den Römern tragbare Vasen (Scaphium) in Gebrauch zur Sammlung der Exkremente.

Für die Fortschaffung der Abwässer aus den Städten und für die Reinhaltung der Straßen scheint bei den Griechen wenig geschehen zu sein. In Athen z. B. waren, wie es scheint, nur notdürftige Abzugsrinnen, aber kein Straßenpflaster vorhanden.

Die Etrusker hatten, wie Narducci [3] nachgewiesen, eine vollständige Drainage der Tuffhügel in der Kampagna bei Rom ausgeführt. Im hygienischen Museum der Universität Rom sind diese Bauten durch äußerst instruktive Modelle veranschaulicht.

Tarquinius Priscus (616—578 v. Chr.) erbaute in Rom die Cloaca maxima, welche ursprünglich zur Entwässerung des Forums bestimmt war. Später benutzte der König Tarquinius Superbus dieselbe zur Ableitung von Unrat aus den Häusern und Straßen. Livius berichtet in Lib. 39, Kap. 44, daß die Censoren M. Porcius Cato und L. Valerius 184 v. Chr. „ad urbis nostrae salubritatem" die Ausräumung der verstopften Kloaken für 1000 Talente = 225000 M. verdangen. Die Abzugskanäle für die Privathäuser mußten sich, wie uns Livius ebenda erzählt, die Hausbesitzer selbst bauen und in die öffentlichen Kloaken einleiten, wie es nach Ortsbaustatut vorgeschrieben war.

Marcus Agrippa (63—12 v. Chr.) erweiterte das Kanalsystem und ließ „7 Bäche" zur Abschwemmung des Unrats gegen die Tiber zu in die Kanäle leiten.

Die Kanäle standen unter besonderer Aufsicht, anfangs der Censoren, später der Aedilen, zuletzt der Curatores cloacarum. In bestimmten Abständen wurden bis zur Straße reichende Schächte an den Kloaken eingerichtet, welche die atmosphärischen Niederschläge aufnahmen und eine Ventilation der Kanäle bewirkten.

Senkgruben scheinen nicht häufig gewesen zu sein, am Mons palatinus hat man im Palaste des Domitian bei den Ausgrabungen Latrinen gefunden, die offenbar mit Wasser nach den Kloaken zu gespült wurden [3]

Nach Klette [4] finden wir in den antiken Abortsanlagen der neueren Thermen von Pompeji Klosetts und Pissoirs mit Wasserspülung. (Nach den Beschreibungen von Overbeck und Michaelis sind dieselben bei Klette in den beigegebenen Tafeln abgebildet.)

In Pompeji und Herculanum sieht man auch in den Privathäusern noch jetzt aus Stein hergestellte Latrinen, die Spülvorrichtungen haben.

Zur Zeit Diocletians bestanden in Rom nach Victor (De regionibus urbis Romae) 144 öffentliche Aborte, die vom Staate gegen Entgelt verpachtet wurden.

Der Kaiser Augustus ließ die städtischen Siele Roms wiederherstellen. Theodorich wies ebenfalls eine größere Summe an, um die Ableitungskanäle für die städtischen Abwässer restaurieren zu lassen.

In Trier fand man 1879 einen aus Ziegelsteinen erbauten altrömischen Abzugskanal, ähnlich wurden nach Liger in Paris auf der Notre-Dame-Insel alte römische Abzugsgräben von 0,6 m Höhe und 0,5 m Breite entdeckt.

Bei dem Untergang des römischen Reiches gerieten die meisten dieser öffentlichen Sanitätseinrichtungen wieder in Verfall.

In den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt hatten hauptsächlich die an Flüssen gelegenen Städte Abzugskanäle mit Spülung, sonst wurden die Exkremente in Senkgruben gesammelt oder, wie man jetzt noch an den Ruinen vieler alten Burgen sehen kann, frei am Bergabhange dem Regen und der Sonne zur Fortschaffung überlassen.

Verhältnismäßig hoch entwickelt war im Mittelalter die Gesundheitspflege bei den Mauren. So finden wir, was die Städtereinigung anbetrifft, in dem alten Maurenschlosse, der Alhambra in Spanien, nach O. Mothes, „Aborte von einer bemerkenswerten Konstruktion aus Ziegel und gebranntem, sehr gut glasiertem Thon erhalten. Der Sitz ist gemauert, unter dem Trichter hängt ein Rohrstutzen, und zwischen ihm und der darunter befindlichen Schale, bei Stockwerksaborten unter dem Ende des Hauptrohres geht fließendes Wasser durch, welches die Auswurfstoffe mitnimmt und zugleich einen Wasserverschluß bildet“. Genauere Abbildungen giebt uns Klette in seinem oben citierten Werke [4].

Das Mittelalter zeigte sonst wenig Sinn für Reinlichkeit der Städte und Wohnlichkeit der Häuser. Die engen, schmutzigen Gassen und die finsteren Häuser mit kleinen Fenstern waren das getreue Abbild der engherzigen und finsteren Zeit. Die Exkremente versanken und versickerten in den Erdboden neben oder unter den Häusern oder wurden einfach in die meistens stagnierenden Stadtgräben oder, was immer noch am günstigsten war, in die vorbeiströmenden Flüsse geworfen.

Aus jener Zeit stammen auch die schlechten Kanäle mit mangelhaftem Gefäll, schlecht gemauerten Wandungen, system- und planlos angelegt, mit breiter Sohle und oft ohne Spülung, bis endlich einmal ein Regenguß sich erbarmte und den Augiasstall aufwühlte. Eine Leistung jener Zeit sind auch die sogen. Versitzgruben, welche oft gewaltige Dimensionen hatten und bis in die neueste Zeit hinein in einzelnen Städten bestanden und noch bestehen. In Freiburg waren nach Beyerlein [5] bis jüngst 1000 solche alte Versitzgruben mit einer Tiefe bis zu 40 und einem Durchmesser bis zu 20 Fuß. In Köln hatten sie eine Tiefe von 12 Meter und wurden zugemauert, sobald sie gefüllt waren. In Zürich gab es früher die sogen. Ehegräben, auch Reihen oder Winkel genannt, wobei die Abtritte frei ausmündeten und die Exkremente in dem schmalen Gang zwischen 2 Häusern liegen blieben. In Weißenburg, in Dinkelsbühl und Wasserburg besteht dies System noch heute.

Doch finden wir auch im Mittelalter Städte, welche derartige Zustände für verwerflich hielten und hiergegen vorgingen.

So wurden in Nürnberg bereits im 14. Jahrhundert die „geheimen Gemächer“ bei Nacht durch Arbeiter, die man merkwürdigerweise

1*

„Pappenheimer“ nannte, geräumt und der Inhalt in die Pegnitz geführt. In Augsburg wurden 1387 die inneren Stadtgräben tiefer gelegt und 1408 diese Kanäle mit einem Kostenaufwand von 300 Goldgulden, ca. 800 M., vom Unrat gereinigt. München verordnete 1370 und Passau 1535 Folgendes:

„Holz oder Unflat vor den Thüren
Ist binnen 3 Tagen wegzuführen . . . .
So wie auch mit dem Schweinehalten
Soll geschehen, so wie vor Alten,
Damit niemand keinen Unflat
Vor seiner Thür oder auf der Gasse hat.
Unsauberes aus den Häusern gießen
Wird man auch mit Strafe büßen.“

Nicht besser sah es in anderen Städten Deutschlands aus.

Ueber die Zustände in Straßburg i./E. berichtet uns der Verfasser der „Straßburger Gassen- und Häuser-Namen“ [6]: „Der gewöhnliche Ausdruck für Abtritt war Sprochhus, eigentlich Rathaus, besonderes geheimes Besprechzimmer, ein alter Straßburger Euphemismus, sowie man an anderen Orten für den nämlichen Zweck Kanzlei und ähnliche brauchte. Längs der Ill sah man noch zu Ende des 15. Jahrhunderts an der Hinterseite der Häuser hangende Sprochhüser, die wie Schwalbennester da angebracht waren und ihren Inhalt ohne weiteres in das vorüberfließende Wasser sandten. — Endlich waren Misthaufen vor den Häusern nichts Seltenes; bereits im 12. Jahrhundert verbot der Bischof: nemo fimum aut purgationem (Tiermist und Menschenkot) ante domum suam ponat, nisi statim educere velit, wozu verschiedene Orte angewiesen wurden, im 15. Jahrhundert scheint es nur noch in den Vorstädten, wo Gärtner und Ackerbauer wohnten, Sitte gewesen zu sein, den Düngerhaufen auf die Straße zu setzen; ob ein im Jahre 1566 erlassenes Verbot dem Unwesen ein Ende machte, ist zweifelhaft.“

Düngerhaufen vor den Häusern finden sich in den Dörfern auch jetzt noch vielfach, vielleicht auch noch in manchen kleineren Landstädtchen; direkt über den Flüssen mündende Abtritte waren noch bis vor wenig Jahren in Braunschweig und Wolfenbüttel zu sehen und noch in diesem Jahre in Salzwedel über der vorbeifließenden Jeetze.

Sehr interessante Mitteilungen über die Entfernung der Exkremente aus menschlichen Wohnungen in der Renaissancezeit in Deutschland verdanken wir Dr. Ehrle [7]. Meistens waren die Abtritte angebracht „nach hinten an der kühlen Nordseite von Holderbüschen umgeben in einem abgesonderten, bloß durch einen Gang mit dem Hauptgebäude verbundenen turmartigen Anbau“. Durch einen Holzschlauch wurden die Exkremente nach unten in einen in den Boden eingegrabenen, ursprünglich wasserdichten hölzernen Sammelbehälter geführt, der dann von Zeit zu Zeit durch Abfuhr seines Inhalts entleert wurde. Dadurch, daß diese Behälter mit der Zeit verfaulten, gelangte der Inhalt in den umgebenden Boden und gab zu der schlimmsten Verunreinigung des Städteuntergrundes Veranlassung. Man kannte aber auch schon das Abschwemmen der Exkremente. Es bestand in einzelnen hierfür geeigneten Städten die Vorschrift:

„Alle heimlichen Gemächer in Gebäuden, da sie nöthig seyn, sollen abseits seyn und oben Luftlöcher, unten aber durchspühlendes Wasser haben.“

Zur Ableitung des Unrates ganzer Quartiere dienten „besondere gewölbte Gänge von 7 bis 8 Fuß Höhe, damit sie ein Mann aufgericht ausbessern und räumen könne; ihre Breite hingegen ist der halben Höhe gleich. Zum Ueberfluß kann man außerdem beständig fließendes Wasser, zuweilen das Regenwasser zum Ausspühlen noch durchführen. Die Gewölb haben einen Etwas abhangenden Ausgang in ein nahe vorbey fließend größer Gewässer. Weil aber nicht überall die Gelegenheit und Unkosten darzu vorhanden, so müssen oft nur schlecht Gruben zu Sammlung des Unraths gemacht werden. Wie wohl die Ausspühlung allzu kostbahr erscheint, ist sie doch dessentwillen dem Andern weit vorzuziehen, weil die Luft durch den abscheulichen Gestank nicht so inficiret wird, als wie an den Orten geschieht, wo der Koth zu gewisser Zeit mit unerträglichem Gestank und entsetzlichem Spektakel durch die Gassen ausgeführet werden muß, zu geschweige, daß jenes in den Häusern selbst allen üblen Geruch zu jeder Zeit verhindert“.

Man sieht, wie schon vor mehreren hundert Jahren die Vorteile des Schwemmsystems den Senkgruben gegenüber in Deutschland richtig erkannt wurden.

Die erste, soweit bis jetzt bekannte Rieselfeldanlage mit Schwemmkanalisation hat, wie auf der Hygienischen Ausstellung in Berlin im Jahre 1883 allgemein bekannt wurde, die deutsche Stadt Bunzlau gehabt.

Nach den Angaben des dortigen Stadtbaurats Doerich[8] wurde in Bunzlau der Bau der Kanäle 1531 begonnen und das 15 Hektar große Rieselfeld 1559 angelegt. Durch Erlaß des Magistrates von 1748 ist die Entnahme des Rieselwassers für die Besitzer der Parcelen des Rieselfeldes, das auf Graswuchs und Obstbaumzucht eingerichtet ist, genau für jeden Wochentag und jede Tageszeit geordnet. Obgleich das Rieselfeld nicht drainiert ist und jetzt 48 Proz. der Stadt an die Kanalisation Anschluß haben, wurden Versumpfungen bis jetzt nicht beobachtet. Im übrigen Teile der Stadt besteht das Senkgrubensystem.

In Deutschland waren die Senkgruben größtenteils als Versitzgruben gebaut.

Allgemein wurde das Regenwasser und ein großer Teil der Hauswässer durch offene Rinnsteine abgeleitet, so in Breslau, Braunschweig, Danzig, München, Berlin.

Bis 1876 herrschten auch in der Hauptstadt Deutschlands auf dem Gebiete der Städtereinigung keineswegs musterhafte Zustände, obgleich die Behörden seit 1816 bemüht waren, die Uebelstände abzustellen. Eine reichlichere Spülung der Rinnsteine wurde nicht durchgeführt, weil die Wasserleitung den dringendsten Bedarf nur notdürftig deckte. Der reichlichere Wasserverbrauch im Hause führte aber zu einer stärkeren Verdünnung der in den Senkgruben angehäuften Exkremente und zum Austritt des Schmutzwassers in den umliegenden Untergrund. Die Wasserklosetts wurden nach und nach eingerichtet und der Inhalt derselben den unterirdischen Kanälen, ja sogar in einigen Stadtteilen den offenen Rinnsteinen und mittelst beider der Spree übergeben[33].

Schauerliche antihygienische Verhältnisse wurden hierdurch hervorgerufen.

Aehnlich lagen die Verhältnisse in anderen europäischen Staaten.

Ueber Oesterreich, speziell Böhmen, giebt uns Kaftan[9] nähere Nachrichten.

In Prag bestanden im 12. Jahrhundert schon Hunderte von Latrinen, aber wenig Senkgruben.

1340 wurde der erste Anfang zu einer systematischen Reinigung gemacht, indem man seitens der Stadt mit einem Privatunternehmer einen Vertrag zur regelmäßigen Entfernung des Unrates aus der Stadt abschloß.

Abzugsgräben und Abzugskanäle waren auch zu der Zeit schon vorhanden. Im Register der Handwerker und der gewöhnlichen Arbeiter der Stadt Prag vom Jahre 1348—1419 finden wir nach Tomek, Dejepis, II, S. 389 unter anderem auch Kanalräumer (purgantes cloacas oder rex foeni genannt) angeführt.

Nachdem die Pest 1585 auch ihren Einzug in Böhmen gehalten hatte, wurden strenge Verordnungen zur Reinhaltung der Städte erlassen, z. B. eine Kaiserl. Verordnung vom 23. Nov. 1585, wo es unter anderem in Artikel III lautet: „Nachdem verschiedene Unreinlichkeiten, Koth, Dünger, Unrath aus den Häusern auf dem Gassengrund abgelagert, ebenso stinkende Wasser sowohl innerhalb, als auch vor dem Hause angesammelt werden; nichtsdestoweniger auch Blut aus den Schlacht- und Fleischerhäusern auf die Gasse gelangt, ebenso das Ausschmelzen des Talges und stinkender Fette gesundheitsschädliche Dünste erzeugt, nachdem ferner die in der Stadt herumlaufenden Schweine den Koth in den Abzugsgräben umwühlen und hierdurch Gestank verbreiten, so wird hiermit Allen streng befohlen, solchen Unrath sowohl aus dem Hause als auch von der Straße zu entfernen und außerhalb der Stadt zu führen. Den Viehhändlern wird unter Einem aufgetragen, das Borstenvieh bei Strafe sofortiger Wegnahme zu Hause einzusperren u. s. w.“

Weitere Vorschriften wurden 1589 erlassen. „Der Kuhmist sollte täglich aus dem Hause zum Flußufer geschafft, ferner sollte der Platz vor dem Hause bis zum Rinnstein zweimal in der Woche gekehrt und die Kothaufen durch arme Arbeiter ebendorthin gebracht werden. Größere Kotmassen wurden durch Gemeindefuhren abgeführt.“

Die Jesuiten bauten in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts in Prag für das „Clementinum“ einen gewölbten Kanal, der sämtliche Abwässer, Exkremente u. s. w. mit Wasserspülung in die Moldau führte.

In Italien verfielen die großartigen hygienischen Anlagen der alten Römer immer mehr. Erst im späteren Mittelalter finden wir namentlich in Süditalien bessere Einrichtungen für Städtereinigung wieder.

Nach Uffelmann[10] erließ Friedrich II. 1224 ein Medizinalgesetz für Neapel und Sicilien. Ungefähr aus dieser Zeit ist uns ein sanitätspolizeiliches Statut für die Stadt Beneventum erhalten, in welchem Bestimmungen über Straßenreinigung, Wegschaffung von Dünger und Unrat, Anlage von Latrinen für die Exkremente u. s. w. erlassen wurden. 1300 erließ Carl II. Bestimmungen für Pflasterung der Straßen und Reinigung der Rinnsteine, 1312 bestimmte Robert von Neapel Aehnliches für die Stadt Aquila.

In den vierziger Jahren des 14. Jahrhunderts wurde nach Uffelmann ein Statut für Gaeta erlassen, in dem die Reinhaltung der Straßen und Wasserläufe angeordnet wurde.

Wichtige Neuerungen auf dem Gebiete der Städereinigung sind nach erfolgter politischer Einigung Italiens, namentlich seit Erlaß des Gesetzes „sur la tutelle de l'hygiène et de la santé publique“ vom 22. Dezember 1888 zu verzeichnen. Bedeutsame Fortschritte hat seitdem die Kanalisation Roms und Neapels [32] gemacht.

In Frankreich wandte man der Städtereinigung schon seit vielen Jahrhunderten eine besondere Aufmerksamkeit zu.

In Paris wurde bereits 1270 durch Königl. Verordnung die Reinhaltung der Straßen angeordnet. Der Unrat mußte in verschlossenen Karren aus der Stadt geschafft und hier an bestimmten Stellen deponiert werden. 1533 wurde nach Liger für jedes Haus der Stadt Paris die Herstellung einer Senkgrube angeordnet, und die Entleerung derselben nach außerhalb der Stadt gelegenen Depots durch bestimmte Arbeiter (gadouards) gegen festgestellte Taxen in der Regel nur in der Nachtzeit bestimmt.

Eine Ordonnance vom Jahre 1608 verbot die Entleerung der flüssigen Dejekte und der Schmutzwässer in die Gassenkanäle. Durch einen Erlaß vom Jahre 1664 wurde die Ventilation der Gruben durch ein über das Dach hinausgeführtes Dunstrohr angeordnet. Desgodets warnt in seinen „Lois du bâtiment“ davor, die Senkgruben noch im Bereiche des Grundwassers anzulegen, da durch das Steigen und Fallen desselben die Brunnen Stoffe aus den Senkgruben aufnehmen könnten. Hydraulischer Mörtel, Lehm zur Isolierung der Mauern wurde angewandt, um die Gruben undurchlässig zu machen.

Am Ende des 18. Jahrhunderts beauftragte die französische Regierung Lavoisier, Pilâtre de Rosier, Bosc und Brisé mit Untersuchungen über die Natur der Stinkgase und über Mittel, dieselben zu zerstören. Als Mittel zur Desodoration bezw. Desinfektion wurden Kalk, Essigsäure und Salzsäure vorgeschlagen, außerdem angeraten, die Gruben nur unter Anwendung eines Ventilators zu räumen, der durch Pulsion frische, reine Luft in die Grube einführen und die Stinkgase aus dem Dunstrohre austreiben solle. Einzelne Unternehmer wurden mit der Räumung der Gruben beauftragt. Sämtlicher Grubeninhalt wurde nach einer großen Mistablagerungstätte in Montfaucon vor Paris gebracht (pro Jahr nach Liger 38 000 cbm) und dort entweder direkt an die Landwirte verkauft oder zu Poudrette verarbeitet (60 cbm Fäkalien gaben 1 cbm Poudrette).

Anfang des 19. Jahrhunderts drängte der immer mehr zunehmende Wasserverbrauch in den großen Städten und die gleichzeitig damit verbundene stärkere Verdünnung der Exkremente dazu, bei den Senkgruben auf größere Undurchlässigkeit und leichtere und gefahrlosere Räumung zu sehen. Paris, das nach Liger im Jahre 1874 noch ca. 85 000 sogen. „fosses fixes“ hatte, zeichnete sich besonders durch Fürsorge für möglichst gute Senkgruben aus. Am 24. September 1819 wurde eine Königl. Verordnung erlassen, die besondere Vorschriften gab über 1) Konstruktion, neuer Senkgruben, 2) Rekonstruktion der bestehenden Senkgruben und 3) Reparatur der Senkgruben.

Für die Räumung der Gruben wurden bestimmte Vorschriften ge-

geben. die Massen wurden entweder manuell in Tonnen umgefüllt, oder durch Maschinen ausgepumpt und dann in der Nacht nach La Villette hinausgeführt.

Durch Polizeiverordnung vom 28. Dezember 1850 wurde den Unternehmern gestattet, die desinfizierten flüssigen Stoffe in die Straßengossen oder in die öffentlichen Kanäle einzuleiten.

Durch Polizeiverordnung vom 24. Nov. 1854 wurde die Trennung der festen von den flüssigen Stoffen angeordnet und dadurch die Einführung der Diviseure oder Separateure, die wir später bei den Gruben- und Tonnensystemen näher kennen lernen werden, sehr befördert.

Erst in der neueren Zeit wurden, dem Beispiele Englands folgend, durchgreifende Aenderungen in der Städtereinigung durchgeführt. Namentlich der Seinepräfekt Hausmann hat sich unter Kaiser Napoleon III. durch entsprechende Anordnungen rühmlichst hervorgethan.

Durch Verordnung des Präfekten vom 2. Juli 1867 wurde befohlen, die flüssigen Dejekte, d. h. die aus den tinettes filtrantes ablaufenden Wässer direkt in die unterirdischen Kanäle einlaufen zu lassen.

Die festen Dejekte wurden weiter nach La Villette gefahren (die aus den Senkgruben [fosses fixes] bei Nacht, die aus den Tonnen [fosses mobiles] bei Tage) oder direkt an den Hafen von La Villette gebracht und von hier auf Schiffen im Canal de l'Ourq nach Bondy transportiert. In La Villette wurden die Exkremente in einem System von Kanälen und Kammern gesammelt, die flüssigen Massen oben abgepumpt und durch ein Rohr nach Bondy geführt, die festen Rückstände ausgehoben und per Schiff nach Bondy gebracht. Die in Bondy ankommenden flüssigen Dejekte wurden in Teichen gesammelt, der breiige untere Satz darin in Poudrette verwandelt, die flüssigen, oberhalb sich befindlichen Massen teils zu Ammoniak verarbeitet, größtenteils aber durch einen Kanal in die Seine gepumpt. Der Straßenkehricht wurde direkt in die unterirdischen Kanäle und in die Seine abgeschwemmt, aus der er dann durch Bagger regelmäßig mit großen Kosten wieder entfernt werden mußte, während die Exkremente größtenteils, wenn auch auf bedeutenden Umwegen, über La Villette und Bondy nach der Seine zugeleitet wurden.

In neuerer Zeit haben namentlich die Techniker in Frankreich, voran immer Durand-Clay, für Reinigung der Städte durch Schwemmkanalisation gekämpft.

Kürzlich [11] hat der französische Senat den Gesetzentwurf über Einführung des Schwemmkanalsystems mit Berieselung für Paris genehmigt, die Stadt wird ca. 3000 ha Rieselterrain besitzen und kann damit ca. 120 Millionen cbm Spüljauche reinigen. Nach dem Annuaire statistique de la ville de Paris pro 1886 und 1887 gab es Ende 1887 in Paris noch 64 896 Senkgruben von 20—30 cbm Inhalt, 17 974 transportable Tonnen, 33 210 filtrierende eiserne Behälter (tinettes filtrantes) und 1073 Wasserklosetts. Binnen 7 Jahren hatten sich die tinettes filtrantes um das Doppelte vermehrt.

Die großartigste Entwickelung hat die Städtereinigung in England genommen. Während Frankreich die Abfallstoffe der Städtebewohner in möglichst unveränderter Form der Landwirtschaft erhalten wollte, suchte England hauptsächlich die rasche Entfernung der sämtlichen Dejekte mit Zuhilfenahme von Wasserspülung zu erreichen, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, ob eventuell durch diese Verdünnung ein Minderwert für die Landwirtschaft resultiere. Ganz besonders wurde

England in diesen Bestrebungen unterstützt durch die Billigkeit der Steinkohlen und die dadurch erleichterte Beschaffung größerer Wassermengen. Wie im Mittelalter die ersten Anfänge einer Verbesserung der Städtereinigung wesentlich mit durch die großen Pestepidemien veranlaßt wurden, so waren es in diesem Jahrhundert die Choleraepidemien, zuerst die von 1831, welche Regierungen und Völker in unangenehmster Weise aufrüttelten. Nach Kast[13] „starben in der Epidemie 1848/49 allein 60000 Menschen an Cholera. Die öffentliche Meinung gewann dort bald die Ueberzeugung, die auch bereits auf dem Festlande geteilt wurde, daß Gang und Verbreitung gewisser epidemischer Krankheiten mit den in der Nähe menschlicher Wohnungen befindlichen Unreinlichkeiten in Verbindung stehe".

1836 gründete England das statistische Centralamt (Registrar General). Nach wenigen Jahren wurde den Engländern mit unerbittlichen Zahlen nachgewiesen, daß in Großbritannien jährlich 160000 Menschen durch Mangel öffentlicher Gesundheitspflege sterben müßten. 1842 ordnete die Regierung eine Untersuchung der gesundheitswidrigen Zustände des Landes an. 1848 kam die große Gesundheitsacte (Public health act) zustande. Das Centralgesundheitsamt mußte gegen Ortschaften, die in den letzten 7 Jahren 23 per mille Verstorbene hatten, offiziell vorgehen. 1865 wurde das Kloakeninhaltsverwendungsgesetz (Sewage utilization act) gegeben, wodurch der Kloakenbehörde erlaubt wird, mit Gutheißung des Parlaments Kanäle und Wasserzüge aus Flüssen abzulenken, Kloakenstoffe in jeder dienlich scheinenden Weise zu entfernen; dann wurde das Flußverunreinigungsgesetz (River pollution Act) erlassen, wonach der Inhalt öffentlicher Wasserläufe nie einen bestimmten Gehalt an organischen Stoffen übersteigen darf. Infolge der Einführung dieses Gesetzes entschlossen sich eine große Menge von Städten dazu, die Abwässer entweder durch Rieselfelder zu reinigen oder durch chemische Fällungsmethoden so zu verändern, daß die von dem gebildeten Schlamme abfließenden Wässer in die Flüsse eingeleitet werden konnten. In keinem Lande wurden so viele chemische Reinigungsmethoden erfunden und ausgeführt, wie in England.

Nur wenige Städte behielten noch Abfuhrsystem bei. Manchester hatte 1872 bei 360000 Einwohnern und 68000 Häusern neben 15000 Wasserklosetts noch 50000 Senkgruben mit Aschenklosetts. Nottingham, Stamford und Hull haben ebenfalls Aschenklosetts. Rochdale hat Kübelsystem, die Exkremente fallen in eine Salzlösung, der Kübelinhalt wird nach einer Düngerfabrik abgeführt, mit Asche gemengt und dann als Dünger verkauft. In Salford besteht das Goux-System, bei Wimbledon im Militärlager sind Erdklosetts in Gebrauch.

Die sanitären Erfolge, namentlich der Rieselung, wurden bald sichtbar, die Sterblichkeitsziffer sank, z. B. in Croydon mit 48000 Einwohnern von 26,33 pro mille auf 18,40 pro mille, ähnlich in Rugby etc.

Diese überraschenden Resultate der Städtereinigung lenkten natürlich die Aufmerksamkeit der ganzen gebildeten Welt auf sich. Einzelne Städte in Amerika, New York (1866) an der Spitze, folgten, ebenso die Schweiz, wo namentlich Zürich und Basel vorgingen.

In Deutschland bestanden schon lange vor den englischen Reformbestrebungen Anfänge einer guten Gesundheitspflege, insbesondere einer annähernd zweckmäßigen Kanalisation. Hamburg, Altona, Stettin,

Würzburg etc. hatten z. B. seit langer Zeit gute Kanäle, aber der eigentliche belebende Hauch kam doch von England herüber.

Ein ganz besonderes Verdienst für Hebung und Verbesserung der Städtereinigung hat sich in Deutschland der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege erworben, indem er immer wieder und wieder dies Kapitel in seinen Versammlungen auf die Tagesordnung setzte und in seiner Zeitschrift, der Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege, in zahlreichen Aufsätzen behandeln ließ. Wie auf so vielen Feldern der öffentlichen Gesundheitspflege war auch hierin der Altmeister der Hygiene, von Pettenkofer, bahnbrechend. Von besonderer Wichtigkeit war für die meisten Städte die Frage, ob die Exkremente ohne weiteres mit den Flüssen abzuführen seien. Die wissenschaftlichen Forschungen der Hygiene und die Fortschritte der Technik haben uns zur Entscheidung dieser Frage die Anhaltspunkte gegeben, und sind daher, je nach dem zeitweiligen Standpunkte der Hygiene, auch mannigfache Wandlungen in den Ansichten der Forscher vorgegangen.

von Pettenkofer sprach 1867 sich[14] in einem Gutachten über die Kanalisation der Stadt Basel gegen die Entfernung der Exkremente durch Kanäle mit Spülung aus, da der Kanalinhalt möglicherweise in der 25′—30′ hohen Schicht von durchlässigem Geröll, das nach unten durch eine Schicht von undurchlässigem Letten begrenzt sei, durchsickern, den Boden imprägnieren, die Brunnen infizieren, die Bodenluft und dadurch die Luft in den Häusern verderben könne.

Um auch den Verlust des Düngers beim Spülsystem zu vermeiden, sind fosses mobiles, die Kot und Urin aufnehmen, am besten zu verwenden, die natürlich gehörig ventiliert werden müssen. Andere Flüssigkeiten müssen aus den Tonnen ferngehalten werden, um später eine Poudrette-Fabrikation oder Kompostierung möglich zu machen.

G. Varrentrapp trat zuerst[15] für die Abschwemmung der Exkremente durch Kanalisation auf der 41. Vers. der Naturf. u. Aerzte zu Frankfurt a./M. auf und legte seine Ansichten dann in einer besonderen Arbeit nieder[16].

Auch Virchow[17] spricht 1868 für möglichst schnelle Entfernung der Abfallstoffe, das Tonnensystem sei dem Grubensystem vorzuziehen, diesem das Kanalisationssystem.

Bereits 1870 erklärt sich von Pettenkofer[18] für Einleitung der Fäkalien in die Frankfurter Kanäle.

Von großem Interesse ist es, zu verfolgen, welche Wandlungen bei den Verwaltungen der großen städtischen Gemeinwesen in Deutschland die Anschauungen über die besten Methoden der Städtereinigung erfahren haben.

Es mag dieses an dem Beispiele von München gezeigt werden.

In München[19] sprach sich die zum Studium der Wasserversorgung und Städtereinigung eingesetzte Kommission im Jahre 1874 und 1875 zunächst für eine Abschwemmung der Fäkalien oder für die Aufstellung beweglicher Abtrittstonnen (fosses mobiles) aus.

Es wurde dann auf Grund dieses Gutachtens die weitere Herstellung von Abortgruben (Versatzgruben) sistiert. Wo irgend möglich, sollten die flüssigen Fäkalien, wenn dieselben durch Wasserspülung gehörig verdünnt

werden könnten, durch Kanäle in die Isar geleitet werden, während die festen Fäkalien aus den Tonnen durch Abfuhr zu beseitigen seien. Von den festen Fäkalien seien Isar und Stadtbäche jedenfalls frei zu halten.

1877 erhob der Münchner Architekten- und Ingenieur-Verein Bedenken gegen die Einleitung der flüssigen Fäkalien in die Isar und riet, die Fäkalien, die festen und die flüssigen, möglichst häufig durch Abfuhr zu beseitigen. Demgegenüber sprach sich eine zum Studium der Städtereinigung nach Augsburg, Stuttgart, Heidelberg und Straßburg entsandte Kommission zu Gunsten beweglicher Tonnen von 110 l Inhalt aus, welche auf pneumatischem Wege möglichst häufig entleert werden sollten. Endlich beantragte eine neue Gemeindekommission, welche gleichfalls die Entwässerungsanlagen einer Anzahl von Städten besucht hatte, die Einführung der Schwemmkanalisation mit Berieselung.

Diesem Antrage schloß sich der durch Deputierte aus den Universitäten und Aerztekammern verstärkte Obermedizinalausschuß insoweit an, als er sich zu Gunsten der Schwemmkanalisation entschied. Dagegen nahm derselbe hauptsächlich auf v. Pettenkofer's Veranlassung von der Einrichtung von Rieselfeldern Abstand und empfahl die Einleitung der durch Wasserspülung genügend verdünnten Fäkalien, der festen und der flüssigen, in die Isar (1892).

Dies letztgenannte Projekt ist nun auch in der Ausführung begriffen.

In vielen deutschen Städten besteht noch das Gruben- oder Tonnensystem, so die Tonnen in Augsburg, Heidelberg, Emden etc., die Gruben in Stuttgart. Vielfach hat man in den Fällen, wo man keine andere Verwendung der Exkremente in der Nähe der Städte hatte, zu dem sehr kostspieligen Mittel der Poudrette-Fabrikation gegriffen.

Ueber die Städtereinigung von Magdeburg, Straßburg und Norderney siehe die Litteratur unter [20 21 22 23].

Die neueste Hilfswissenschaft der Hygiene, jetzt eine ihrer sichersten Grundlagen, die Bakteriologie, hat uns auf Grund der bahnbrechenden Untersuchungen Pasteur's und R. Koch's und der zahlreichen Arbeiten ihrer Schüler zu weiteren Fortschritten auf dem Gebiete der Städtereinigung die Wege gewiesen. Nachdem nachgewiesen ist, daß eine Reihe von Infektionskrankheiten durch bestimmte Krankheitserreger hervorgerufen werden, und das diese, wie Cholera- und Typhusbacillen, in den menschlichen Exkrementen enthalten sein können, verlangt man, daß die Abwässer der Städte vor ihrer Einmündung in die Flüsse von pathogenen Keimen nach Möglichkeit befreit werden.

Die Bakteriologie setzt uns also in den Stand, in einwandsfreier Weise festzustellen, ob sich eine bestimmte Methode der Städtereinigung bewährt hat oder nicht.

Ueber die Städtereinigung in Rußland und in Schweden siehe die Litteratur [24 und 25].

In ganz eigenartiger Weise hat sich die Städtereinigung in Holland entwickelt. Nachdem schon 1862 der französische Ingenieur Aristide Dumont vorgeschlagen hatte, durch ein großes unterirdisches Röhrensystem den Klosettinhalt aus den einzelnen Häusern nach einer Centralstation hin absaugen zu lassen, trat der holländische Ingenieur-Kapitän Ch. T. Liernur in der zweiten Hälfte der 60er Jahre mit seinem pneu-

matischen Differenziersystem hervor, das jetzt fast allgemein nach ihm Liernur-System benannt, in einigen holländischen Städten ausgeführt wurde, im übrigen aber nicht viel Nachahmer gefunden hat.

Nicht nur die Reinigung der Städte von den menschlichen Exkrementen, wie wir sie bisher hauptsächlich kennen lernten, hat ihre historische Entwickelung gehabt, auch die übrigen Abfallstoffe der Städte wurden je nach dem Standpunkte der Hygiene oder der Kulturentwickelung der Völker einer sehr verschiedenen Behandlung unterworfen.

Die festen und flüssigen Exkremente der Haustiere wurden im großen und ganzen meistens in ähnlicher Weise wie die der Menschen aus den Städten entfernt, wenn sich auch bis in die neueste Zeit selbst in Großstädten die Gewohnheit erhalten hat, dieselben ähnlich wie auf den Dörfern in besonderen Dungstätten zu sammeln und dann durch Abfuhr dem Lande als Dungmittel zuzuführen.

Die Abwässer der Küchen, Waschküchen, Badeanstalten und der gewerblichen Betriebe (Fabrikabwässer) ließ man in früheren Zeiten immer in offenen Gossen dem nächsten Wasserlaufe zufließen oder sammelte sie in den Schwindgruben in der Nähe der Wohnungen, um sie dort allmählich im Boden versickern zu lassen. Nachdem jetzt allgemein die große Gefahr zugegeben wird, welche ein derartiges Verfahren besitzt, überläßt man sie meistens der allgemeinen Kanalisation, um sie später, durch Sedimentierung oder durch Desinfektion unter Zusatz von Chemikalien, endlich durch Rieselfelder zu reinigen und in gereinigtem Zustande den Flußläufen wieder zuzuführen. Ungereinigt darf man die Abwässer nur dann den Flüssen zur Selbstreinigung zuführen, wenn die Flüsse sehr reich an Wasser sind und großes Gefälle besitzen.

Die Tierkadaver und festen Ueberreste des Schlachtviehs pflegte man im Altertum Aasgeiern und wilden Hunden zu überlassen, die durch Verzehren und Fortschleppen der Beute das Amt der Straßenreiniger übernahmen. In manchen Städten des Orients soll sich diese Sitte noch bis zum heutigen Tage erhalten haben. Mit dem Erwachen hygienischer Forderungen brachte man diese Abfälle zunächst in Abdeckereien vor den Städten unter und vergrub, nachdem das Brauchbare, nur Knochen oder Haut, entfernt war, den Rest in der Erde. Dann versuchte man die Ueberreste zur Dünger-, Leim- oder Fettfabrikation zu verwenden [26]. Jetzt ist man vielfach dazu übergegangen, sie gänzlich in großen, besonders konstruierten Oefen durch Feuer zu zerstören.

Haus- und Straßenkehricht wurden schon im Altertum nach bestimmten Grundsätzen aus den Städten entfernt.

Bei den Römern war die Straßenreinigung geregelt, in Pompeji hat man eigene Vorrichtungen zum Besprengen der Straßen gefunden. Nach dem römischen Ackerbauschriftsteller Columella („De re rustica", 60 v. Chr.) wurde in Rom der Hauskehricht und Straßenunrat nach dem außerhalb der Stadt gelegenen sterquilinum abgeführt. Im Mittelalter blieben Hausmüll und Straßenkehricht, nachdem sie notdürftig zusammengefegt waren, in den engen Höfen oder in Müllgruben liegen und trugen wesentlich mit zur Verstäubung und Verpestung der Städte bei. Viele Städte, die sich sonst durch gute Städtereinigungssysteme auszeichnen, haben noch jetzt die Einrichtung, daß der Müll in den Müllgruben

monatelang in der Nähe der Häuser mit allen seinen Infektionsstoffen lagert. — Ein Fortschritt ist darin zu sehen, daß man den Müll in beweglichen Behältern an den Häusern sammelt und ihn weit ab von der Stadt auf freiem Felde abladen läßt. (Siehe Litteratur [27].)

Mit dem Steigen der Bodenrente in der Nähe großer Städte beginnen aber die Plätze zu mangeln, auf welchen man den Müll abladen kann. Außerdem sträuben sich Anlieger, Umwohner und Gemeinden, den Müll der Großstädte aufzunehmen.

Aus diesen Gründen wurden zuerst englische Städte ihren Müll zu verbrennen veranlaßt. Diese Einrichtung hat sich in England gut bewährt, wie die Mitteilungen von Röchling[28] und von Weyl[29] zeigen.

Die Bestattung der menschlichen Leichen ist vom Beginn der menschlichen Geschichte an bis heute in mannigfacher Weise vorgenommen worden. Wie Fr. Küchenmeister[30] (siehe auch Wernich[30]) in gründlicher und von großer Sachkenntnis zeugender Weise auseinandersetzt, hat man schon in den ältesten Zeiten die Bestattung in der Erde, die Mumifizierung und die Verbrennung der Leichen gekannt und ausgeübt. Ein hygienischer Fortschritt ist darin zu erkennen, daß man in neuerer Zeit die Kirchhöfe weitab von menschlichen Wohnungen und an solchen Orten anlegt, die durch ihren porösen Boden ein rasches Verwesen der Leichen ermöglichen und ein Ansteigen des Grundwassers bis zu den Särgen ausschließen. Auch die Verbrennung der Leichen ist eine hygienische Methode[30].

Die Geschichte der Städtereinigung zeigt uns daher das immer mehr und mehr erkennbare Bestreben der Menschen, ihre Abfallstoffe möglichst rasch aus den Städten zu entfernen, die Krankheitserreger zu töten oder unschädlich zu machen und die für die Landwirtschaft benutzbaren organischen Bestandteile der Erde wieder zuzuführen, soweit letzteres die örtlichen Verhältnisse und die Forderungen der öffentlichen Gesundheitspflege gestatten[31].

Es soll nun im folgenden Abschnitte ermittelt werden, wie groß die Mengen der Abfallstoffe sind, welche den Gegenstand der Städtereinigung abgeben.

1) **Fonssagrives**, *Hygiène et assainissement des villes*, 223.
2) **Kaufmann**, *Die Quarantänestation von El Tor*.
3) **Pietro Narducci**, *Fognatura della città di Roma, Roma* 1889.
4) **Klette**, *Architekt. Abortsanlagen*, 11 *Blattzeichnungen mit erläuterndem Texte, Leipzig* 1881, *G Knapp*
5) **K Beyerlein**, *Ueber Städtereinigung, Kanalisation und Tonnensystem*.
6) *Topographie der Stadt Strafsburg*, *Festschrift zur* 15. *Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege* (1889).
7) **Ehrle**, *Deutsche Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspflege* 12. *Bd.* 598 (1880).
8) *Näheres darüber siehe im Referat über Gruppe* 22 *der Berliner Hygiene-Ausstellung, von Bauinspektor* **Milczewski**, *Viertelj. f. öff. Gesdtpflg.* 16. *Bd.* 87 (1884); **Adelt**, *Einiges über die Gesundheitsverhältnisse der Stadt Bunzlau, welche die älteste Kanalisation verbunden mit Berieselung besitzt*, *V. f. ger. Med.* (1886) 25. *Bd.* 130—136 *und* 338—354.
9) **J. Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte*. *Wien* 1880, *Lehmann und Wentzel* 17 *ff*.
10) **J. Uffelmann**, *Die öffentliche Gesundheitspflege in Italien*, *Viertelj. f. öffentl. G.* 11. *Bd.* 175 *ff.* (1879).
11) *Centralblatt für Bauverwaltung* (1889) 208.
12) *Revue d' hygiène et de la police sanitaire* (1892) 421.
13) **H. Kast**, *Reinigung und Entwässerung Freiburgs i. B., Freiburg i B., Fr. Wagner*, 1876.
14) **v. Pettenkofer**, *Ueber Kanalisierung der Stadt Basel mit besonderer Rücksicht auf das Bett des Birsigflusses*, *Z. f. Biol.* (1867) *Heft* 2 *u.* 3, 275.

15) Varrentrapp, *Monatsbl. f. med. Stat. u. ö. Gesundheitspfl.* (1867) *Nr.* 11.
16) G. Varrentrapp, *Ueber die Entwässerung der Städte, über Wert oder Unwert der Wasserklosette u. s. w., Berlin* 1868, 244.
17) R. Virchow. *Kanalisation oder Abfuhr, Virchows Archiv* 45. *Bd. Heft* 2, 231 (1868).
18) v. Pettenkofer, *Beantwortung der Frage, ob nach Mafsgabe der Frankfurter Lokalverhältnisse der Einführung der Abtrittsstoffe in die neuerbauten Kanäle vom sanitären Standpunkte aus Bedenken entgegenstehen, Z. f. Biol.* (1870).
19) *I., II., III. und IV. Bericht über die Verhandlungen und Arbeiten der von dem Stadtmagistrat München niedergesetzten Kommission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr* 1876, 1877, 1878 *und* 1880.
20) *Magdeburg, Festschrift für die* 57. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, von Dr.* Rosenthal (1884) 154.
21) *Bericht der Kommission zur Beratung des Entwurfs des Stadtbaurats Ott, vom Dezember* 1890, *für die Entwässerung der Stadt Strafsburg i./E. vom* 12. *Mai* 1893.
22) Kruse, *Ein einfaches Tonnensystem mit Ventilation, V. f. ger. Med.* 38. *Bd.* 155 (1883).
23) Kruse, *Die Kanalisation des Seebades Norderney, V. f. ger. Med.* 50. *Bd.* 154 (1889).
24) J. Uffelmann, *Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen auf dem Gebiete der Hygiene im Jahre* 1883, *Viertelj. f. öff. Gesdpflg.* 16. *Bd. Suppl.* 84.
25) *Gesundheitsingenieur* (1890) *Nr.* 9.
26) *s.* Wehmer, *Abdeckereiwesen, in diesem Handbuch Bd. II Abtlg. II S.* 103.
27) G. Drouineau, *Les depôts ruraux ou agricoles d'immondices, Rev. d'hygiène* (1890) 650.
28) H. Alfred Roechling, *Der gegenwärtige Stand der Verbrennung des Hausmülls in englischen Städten, Gesundheitsingenieur* (1893) *Nr.* 19, 601 *ff.*
29) Th. Weyl, *Studien zur Strafsenhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Müllverbrennung, Jena* 1893; *siehe auch* E. Richter *in diesem Handb.* 2. *Bd.* 2. *Abtlg. S.* 149
30) Fr. Küchenmeister, *Die verschiedenen Bestattungsarten menschlicher Leichname vom Anfang der Geschichte bis heute, V. f. ger. Med.* 42. *Bd.* 324 (1885), 43. *Bd.* 79 (1885), 43. *Bd.* 314 (1885), 44. *Bd.* 388 (1886), 46. *Bd.* 381 (1887), 49. *Bd.* 84 (1888); A. Wernich, *Leichenwesen einschliefslich Feuerbestattung, siehe dieses Handbuch, Bd. II Abtlg. II S.* 1.
31) *vergl. auch* Finkelnburg, *Geschichte der Entwickelung und Organisation der öffentlichen Gesundheitspflege in den Kulturstaaten in Bd. I Seite* 1 *dieses Handbuches.*
32) Th. Weyl, *Die Assanierung Neapels, D. Viertelj. f. öffentl. Gesdpflg.* (1894) 26. *Bd.*
33) Th. Weyl, *Die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte mit besonderer Rücksicht auf Berlin, Jena* 1893; *siehe auch die Diskussion der Berliner medizinischen Gesellschaft über vorstehendes Buch, Berl. klin. Wochenschr.* (1894).

II. Art, Menge, Bestandteile und Wert der städtischen Abfallstoffe.

Die Abfallstoffe, deren Entfernung die Städtereinigung sich zur Aufgabe zu stellen hat, sind folgende:

1) Feste und flüssige Exkremente der Menschen.

2) Feste und flüssige Exkremente der Haustiere.

3) Abwässer der Küchen, Waschküchen und Badeanstalten.

4) Abwässer aus gewerblichen Betrieben (Fabriken, Schlachthäusern u. s. w.).

5) Tierkadaver und feste Abgänge aus Fabriken, Schlachthäusern u. s. w.

6) Hauskehricht.

7) Straßenkehricht.

8) Regenwasser und Schnee von den Dächern der Häuser und der Straßen.

Außerdem würden dann noch

9) die menschlichen Leichen in Betracht zu ziehen sein.

Die Menge und die Zusammensetzung dieser verschiedenen städtischen Abgänge wird nach den klimatischen und Bodenverhältnissen, nach der Zusammensetzung und den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung, nach der Beschäftigung der Bewohner einigermaßen variieren. Es ist daher nur möglich, für die oben unter 1) bis 9) genannten Größen ungefähre Durchschnittswerte anzugeben.

1. Feste und flüssige Exkremente der Menschen.

Ein Mann von 20—40 Jahren liefert täglich im Durchschnitt [1]:

	Faeces	Urin
nach Thudichum	135 g	1475 g
„ belgischen Beobachtern	165 „	1265 „
„ Paulet	175 „	1250 „
„ Ilisch	150 „	1050 „
„ Way	125 „	1500 „
„ 7 englischen Beobachtern (Durchschnitt)	—	1325 „
„ 2 französischen „ „	—	1375 „
„ 17 deutschen „ „	—	1800 „

Wolf und Lehmann [2] machen folgende Angaben über die Entleerungen 1 Person pro Tag in g:

	Faeces	Darin		Urin	Darin	
		Stickstoff	Phosphate		Stickstoff	Phosphate
Männer	150	1,74	3,23	1500	15,00	6,08
Frauen	45	1,02	1,08	1350	10,73	5,47
Knaben	110	1,82	1,62	570	4,72	2,16
Mädchen	25	0,57	0,37	450	3,68	1,75

Demnach würden betragen die Entleerungen für 100000 Personen (37610 Männer, 34630 Frauen, 14060 Knaben, 13700 Mädchen) für 1 Jahr in Tonnen (à 1000 kg):

	Faeces	Darin		Urin	Darin	
		Stickstoff	Phosphate		Stickstoff	Phosphate
Männer	2059,1	23,9	44,9	20592	205,9	83,6
Frauen	567,9	12,8	13,7	17062	135,3	69,0
Knaben	564,5	9,35	8,3	2925	24,6	11,1
Mädchen	125,1	2,85	1,8	2250	18,4	8,8
Zusammen	3316,6	48,9	68,7	42829	348,2	172,5

Nach Abendroth [3] liefern 100000 Menschen jährlich 4562 Tonnen Faeces und 22812 Tonnen Urin.

Die festen Exkremente enthalten:

		frisch	nach 2-monatl. Fäulnis
3,75 % Asche	66 % Phosphate	112,9 Tonnen	
	34 „ Natronsalze	58,2 „	
1,5—5,0 „	Stickstoff	68,4—228,6 „	36,5 Tonnen
19,75 „	organische Stoffe	901,1 „	
75 „	Wasser	3421,9 „	
		4562,5 Tonnen	

Die flüssigen Exkremente dagegen:

		frisch		nach 2-monatl. Fäulnis	
0,599 %	Phosphate	127,5	Tonnen		
1,285 „	Alkalien	293,1	„		
3,0 „	Stickstoff	684,1	„	182	„
1,856 „	organische Stoffe . . .	423,4	„		
93,3 „	Wasser	21 284,0	„		
		22 812,4	Tonnen.		

Paltzow und Abendroth schätzen nach Varrentrapp[4] für 100000 Einwohner die jährliche Menge der durch Abfuhr zu entfernenden

Faeces	auf 4 500	Tonnen
Urin	„ 25 000	„

Ziureck[5] nimmt für 100000 Einwohner jährlich an

Faeces	3 650	Tonnen
Urin	36 500	„

Die Menge und die Zusammensetzung der menschlichen Exkremente variiert sehr nach der Nahrung und Lebensweise des einzelnen Individuums.

Nach Berzelius[6] enthalten die Faeces:

Wasser	75,3	Proz.
Aschebestandteile	1,3	„
Organische Stoffe	23,5	„

nach Birnbaum[7]:

Wasser	75,0	Proz.
Organische Substanzen	21,6	„
Stickstoff	0,7	„
Kali	0,35	„
Phosphorsäure	0,57	„
Asche	3,4	„

Auch die Menge und Zusammensetzung des ausgeschiedenen Harns ist sehr verschieden[8], [9].

Die durch das Liernur'sche System erhaltenen Exkremente haben im Durchschnitt folgende Zusammensetzung[10]:

Wasser	92,500	Proz.
Stickstoff	0,771	„
Phosphorsäure	0,270	„
Kali	0,144	„
Natron	0,396	„
Gesamtasche	1,624	„

Ueber die Quantität der produzierten und abgefahrenen Exkremente giebt uns Chemnitz interessante Aufschlüsse.

In **Chemnitz**, das am 1. Dez. 1890 138954 Einwohner besaß, besteht nach dem 1891er Verwaltungsbericht[11] das Grubensystem mit pneumatischer Entleerung. Dort wurden an festen und flüssigen Exkrementen durchschnittlich pro Jahr abgefahren: 43068,9 cbm. Dies macht pro Kopf der Bevölkerung 0,309 cbm, oder auf 100000 Menschen berechnet 30900 cbm jährlich.

Die Hygieniker schwanken in ihren Angaben über die Menge der pro Tag entleerten Exkremente. Parkes[12] nimmt pro Tag für den einzelnen Städtebewohner durchschnittlich 75 g Faeces und 1200 g Urin, Frankland 90 g Faeces und 1200 g Urin, von Pettenkofer[13] 90 g Faeces und 1170 g Urin an.

Man wird daher allen Berechnungen im allgemeinen die Zahlen Frankland's und von Pettenkofer's zu Grunde legen können.

Erismann[14] hat berechnet, daß der Durchschnittsmensch in 1 Jahre in den festen Exkrementen 0,4—0,65 kg Stickstoff und im Harn 5—6 kg Stickstoff ausscheidet.

Keime von Mikroorganismen enthalten die flüssigen und festen Exkremente, letztere in bei weitem größerer Anzahl. Nach Sucksdorf enthielt 1 g frischer Faeces eines Menschen, der sich mit gemischter Nahrung erhalten hatte, 381 Millionen Keime von Mikroorganismen. Von besonderer Wichtigkeit sind in hygienischer Beziehung die pathogenen Bakterien, die sich in den Exkrementen vorfinden, namentlich die Typhus- und Kommabacillen.

Bei Fäulnis der Exkremente gehen Kommabacillen durch Ueberwucherung der Fäulnisbakterien sehr rasch zu Grunde. Nach Kitasato und Uffelmann[15] (Uffelmann, Handbuch der Hygiene, S. 414) sollen sie sich nur 1—3 Tage darin lebend erhalten. Typhusbacillen scheinen nach einigen Autoren resistenter zu sein, Uffelmann[15] konnte sie noch nach 150 Tagen lebend in den Darmentleerungen nachweisen, während sie nach Karlinski[16] im Stuhlgang verhältnismäßig rasch, manchmal schon nach 48 Stunden zu Grunde gingen.

Bei Zutritt der atmosphärischen Luft zersetzen sich die Exkremente sehr schnell. In den Faeces gehen die Eiweißsubstanzen nach Uffelmann[17] in Leucin, Tyrosin, sowie in Asparaginsäure, Indol, Scatol und Phenol über, die Fette werden in Glycerin und Fettsäure, die Kohlenhydrate in Milch- und Essigsäure, diese in Kohlensäure und Wasserstoff verwandelt. Ihre Reaktion, die bei frischen Exkrementen schwach sauer ist, geht allmählich in die neutrale und später in die schwach alkalische über. — Der Urin zersetzt sich ebenfalls sehr rasch, indem der Harnstoff in kohlensaures Ammoniak übergeht, einen stechenden Geruch und alkalische Reaktion annimmt. — Faeces und Urin gemischt gehen noch rascher in Zersetzung über, indem sie außer Fettsäure, Kohlensäure und Wasserstoff noch Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und Kohlenwasserstoff bilden.

Den theoretischen Wert der von 100000 Personen jährlich gelieferten Exkremente berechnen Gruber und Brunner[18] zu 368400 M., Stohmann[19] zu 780000 M., Paltzow und Abendroth[20] zu 1106130 M. und Stöckhardt[21] zu 15000000 M. Die von einer Person gelieferten Exkremente haben nach den verschiedenen Berechnungen also einen angeblichen Wert von 3,7—15 M., wobei 1 kg Stickstoff mit 1,6—2,0 M., 1 kg Phosphorsäure mit 0,3—0,6 M., 1 kg Kali mit 0,3—0,4 M. angerechnet sind.

Derartige Berechnungen, die häufig in der Litteratur für oder gegen irgend ein Abfuhrsystem angeführt sind, besitzen keine praktische Bedeutung, da sich der Preis der Exkremente nach dem Bedarfe für den Landwirt, nach dem jeweiligen Marktpreise und nach der Transportfähigkeit richtet und außerdem seitens der öffentlichen Gesundheitspflege oft Bedingungen an die Behandlung der Exkremente geknüpft werden müssen, die für den Landwirt sehr unbequem werden können. Wie wir später bei der Betrachtung der einzelnen Abfuhrsysteme sehen werden, richtet es sich ganz nach den örtlichen und zeitlichen Verhält-

nissen, ob überhaupt aus den menschlichen Exkrementen ein Erlös gewonnen werden kann. In sehr vielen Fällen müssen die Städte sehr froh sein, wenn sie dieselben mit geringen Geldopfern los werden.

2. Feste und flüssige Exkremente der Haustiere.

Die Menge und chemische Zusammensetzung der festen und flüssigen Exkremente der Haustiere läßt sich nach den Angaben von Heiden[22] folgendermaßen annehmen.

Es liefert an Gesamt-Exkrementen im Durchschnitt in 24 Stunden:

a) 1 Pferd:

nach Boussingault		nach Hofmeister		Mittel	
feucht	getrocknet	feucht	getrocknet	feucht	getrocknet
31,16 Pfd.	7,42 Pfd.	25,07 Pfd.	5,32 Pfd.	28,11 Pfd.	6,37 Pfd.

Darin sind enthalten in preußischen Pfd.:

	nach Boussingault	nach Hofmeister	Mittel
Kohlenstoff	2,86	2,30	2,58
Wasserstoff	0,37	0,28	0,33
Stickstoff	0,20	0,15	0,18
Sauerstoff	2,70	1,84	2,27
Asche	1,29	0,54	0,92
Wasser	23,73	19,93	21,83

b) 1 Rind:

nach Boussingault		nach Henneberg, Stohmann u. Rautenberg bei Erhaltungsfutter		nach Henneberg, Stohmann u. Rautenberg bei Mastfutter	
		bei 1000 Pfd. Lebendgewicht			
feucht	getrocknet	feucht	getrocknet	feucht	getrocknet
73,23 Pfd.	9,92 Pfd.	62,41 Pfd.	8,15 Pfd.	81,9 Pfd.	8,12 Pfd.

Darin sind enthalten in preußischen Pfd.:

	nach Boussingault	nach Henneberg, Stohmann u. Rautenberg bei Erhaltungsfutter	nach Henneberg, Stohmann u. Rautenberg bei Mastfutter
Kohlenstoff	3,947	3,531	3,563
Wasserstoff	0,469	0,452	0,490
Sauerstoff	3,522	2,661	2,615
Stickstoff	0,256	0,216	0,358
Asche	1,728	1,278 *)	1,813 *)
Wasser	63,300	54,260	72,780

c) 1 Schwein von 6—8 Monaten:

nach Boussingault	
frisch	getrocknet
8,32 Pfd.	1,5 Pfd.

Darin sind enthalten in preußischen Pfd.:

Kohlenstoff	0,575
Wasserstoff	0,075
Sauerstoff	0,475
Stickstoff	0,050
Asche	0,313
Wasser	6,834

d) 1 Schaf:

nach Jürgensen, Hofmeister, Henneberg, Heiden im Mittel	
frisch	getrocknet
3,78 Pfd.	0,97 Pfd.

*) Ohne Kohlensäure.

Darin sind enthalten in g:

	nach Jürgensen	nach Henneberg etc.	nach der oben berechneten Mittelzahl
Kohlenstoff	211,1	219,60	275,5
Wasserstoff	24,2	26,70	31,6
Sauerstoff	150,2	153,30	196,0
Stickstoff	13,2	15,80	17,2
Asche	77,6	75,66	101,3
Wasser	972,0	1286,10	1268,4

e) 1 Taube nach einem belgischen Landwirte 2 kg 762 g (= ca. 5 1/2 Pfd.) jährlich.

Der Taubenmist enthält frisch 58,3 Proz. Wasser.

Die wasserfreie und sandfreie Substanz enthält:

	nach Johnston	Anderson			Hellriegel
	I.	II.	III.	IV.	V.
Organ. Substanz	84,97	82,88	77,81	81,46	85,2
Phosphate	11,05	11,46	15,50	7,75	9,3
Gyps	—	—	3,89	5,04	—
Kohlensaurer Kalk	3,29	4,98	2,31	—	—
Alkalisalze	0,69	0,68	0,49	5,75	5,3
Stickstoff	3,09	3,31	4,15	6,20	4,3

No. II enthielt 19,39 Proz. Wasser und 28,60 Proz. Sand
„ III „ 40,53 „ „ „ 27,15 „ „
„ IV „ 58,32 „ „ „ 7,00 „ „

f) 1 Huhn liefert nach einem belgischen Landwirte jährlich 5 kg 523 g (= 11,05 Pfd.). Exkremente.

g) 1 Truthahn liefert jährlich 11 kg 47 g (= 22,09 Pfd.) Exkremente.

Der Hühnermist enthält:

	nach Girardin	Karmrodt	Anderson
	I.	II.	III.
Organ. Substanz und Ammoniaksalze	59,63	74,30	59,25
Phosphate	40,37 (Phosphate bis Alkalisalze)	14,40	13,79
Kohlensaurer Kalk		7,70 (Kohlensaurer und Schwefelsaurer Kalk)	23,58
Schwefelsaurer Kalk			—
Alkalisalze		3,50	3,37
Stickstoff	—	5,54	1,87

h) 1 Ente liefert nach einem belgischen Landwirte jährlich 8 kg 285 g (= 16,57 Pfd.) Exkremente.

Der Entenmist enthält nach Anderson:

	frisch	wasser- und sandfrei
Wasser	46,65	—
Organ. Substanz und Ammoniaksalze	36,12	85,02
Phosphate	3,15	7,39
Kohlensaurer Kalk	3,01	7,06
Alkalisalze	0,32	0,53
Sand	10,75	—
Stickstoff	0,70	1,64
Lösliche Phosphorsäure	Spur	

i) 1 Gans liefert nach Heiden jährlich 11 kg 47 g (= 22,09 Pfd.) Exkremente.

Der Gänsemist enthält nach Anderson:

	frisch	wasser- und sandfrei
Wasser	77,08	—
Organ. Substanz und Ammoniaksalze	13,44	74,92
Phosphate	0,89	5,15
Alkalisalze	2,94	19,93
Sand	5,65	—
Stickstoff	0,55	3,19
Lösliche Phosphorsäure	0,12	0,69

Es würden hiernach in festen und flüssigen Exkrementen jährlich produzieren

1 Pferd . . .	32,85	kg Stickstoff
1 Rind	46,72	" "
1 Schwein . . .	9,12	" "
1 Schaf	5,76	" "
1 Taube . . .	0,11	" "
1 Huhn . . .	0,20	" "
1 Ente	0,06	" "
1 Gans . . .	0,05	" "

Vergleicht man hiermit die von Erismann für den Menschen gefundenen Werte, 6,025 kg Stickstoff, in festen und flüssigen Exkrementen zusammen, so würde ein Pferd über 5 mal, 1 Rind fast 8 mal, 1 Schwein ca. $1^1/_2$ mal, 1 Schaf fast ebenso viel, 1 Taube ca. $^1/_{53}$ mal, 1 Huhn ca. $^1/_{30}$ mal, 1 Ente ca. $^1/_{100}$ mal, 1 Gans $^1/_{120}$ mal so viel Stickstoff produzieren wie ein Mensch.

Außer den genannten Haustieren würden für die Verunreinigung der Städte noch in Betracht kommen die Exkremente der Hunde und Katzen, doch ist es unmöglich, irgend welche bestimmten Zahlen für die Menge und Zusammensetzung derselben anzugeben.

Wie die oben angeführten Zahlen ergeben, kommt in den größeren Städten, in denen im allgemeinen Rindvieh und Schafe wohl weniger gehalten werden, namentlich der Bestand an Pferden und Schweinen in Betracht, während das Federvieh im Vergleich zu den Menschen nur einen relativ sehr geringen Teil von Stickstoff in den Exkrementen liefert.

Soweit bekannt ist, finden sich in den Exkrementen der Haustiere die Bakterien des Milzbrandes, des Rotzes, der Tuberkulose und des Tetanus, die für den Menschen pathogen wirken können, außerdem dürfte der zur Fäulnis geneigte Stickstoffgehalt derselben immerhin bei der Städtereinigung mit in Betracht zu ziehen sein.

Wie viel für eine Großstadt die Verunreinigung durch die Haustiere ergiebt, zeigt uns folgende für Braunschweig nach der Viehzählung vom 1. Dezember 1892 gemachte Aufstellung, wobei die Exkremente der Ziegen, für die ich keine Angabe finden konnte, in derselben Höhe wie bei den Schafen und die Zahlen für das Federvieh nach der Schätzung eines hiesigen bekannten Hühnerzüchters, Herrn Joh. Wilh. Dreves, angenommen sind:

Es lieferten pro Jahr in den Excrementen

3 384	Pferde	111 164,0	kg Stickstoff
575	Rinder	22 864,0	" "
1 617	Schweine	14 755,1	" "
248	Schafe und 752 Ziegen	5 765,0	" "
c. 10 000	Tauben	1 105,0	" "
" 5 000	Hühner	1 021,7	" "
" 300	Enten	17,4	" "
" 21	Gänse	1,3	" "
	Summa	156 693,9	kg Stickstoff

Dagegen würden auf die am 1. Dezember vorhandenen Menschen kommen:

für ca. 105 000 Einwohner 632 625 Kilo Stickstoff,

sodaß die Haustiere c. $^1/_4$ soviel Düngstoffe lieferten als die Menschen.

Braunschweig ist eine Stadt mit viel Industrie und wenig Landwirtschaft.

Relativ sehr viel bedeutender ist die Exkrementenproduktion der Haustiere in Vergleich zu der der Menschen in kleineren, namentlich Landwirtschaft treibenden Städten.

In Helmstedt lieferten z. B. (nach der Viehzählung vom 1. Dezember 1892) pro Jahr:

499 Pferde	16 392,15	kg Stickstoff
604 Rinder	28 218,88	,, ,,
1580 Schweine	14 417,50	,, ,,
1604 Schafe und 306 Ziegen	14 614,27	,, ,,
Tauben, Hühner und Enten (ein ähnl. Verhältnis wie bei Braunschweig gerechnet)	238,24	,, ,,
20 Gänse	1,21	,, ,,
Summa	73 882,25	kg Stickstoff

Dagegen würden auf die am 1. Dezember vorhandenen Menschen kommen pro Jahr:

für ca. 11 200 Einwohner 67 480 kg Stickstoff,

sodaß die Haustiere etwa $1\,^1/_{10}$ mal mehr Düngstoffe lieferten als die Menschen.

Je kleiner die Städte sind und je mehr sie sich dem Landwirtschaftsbetriebe hinneigen, um so bedeutender wird die von den Haustieren produzierte Masse an Exkrementen den menschlichen Abfällen gegenüber in Betracht kommen. Bei noch kleineren Ortschaften, z. B. den Dörfern, wird noch weit mehr Wert auf die tierischen Excremente hinsichtlich der Reinhaltung der Ortschaften zu legen sein.

Da fast überall regelmäßige Viehzählungen stattfinden, wird es nicht schwierig sein, die Menge der produzierten tierischen Exkremente zu berechnen und bei den Plänen für eine eventuelle rationelle Reinigung der betreffenden Ortschaft mit in Anschlag zu bringen.

Der theoretische Wert der tierischen Exkremente ist nach Analogie der menschlichen Exkremente nach dem Gehalte an Stickstoff und Salzen berechnet worden. Ganz besonders hängt derselbe aber von der speziellen Art der Vermengung mit der Stallstreu der Tiere, also von der Beschaffenheit des Mistes ab. Vom Standpunkt der Hygieniker wird man immer derjenigen Streu den Vorzug geben, die eine Weiterentwickelung und Verbreitung der pathogenen Mikroorganismen möglichst verhindert und ein möglichstes Aufsaugen namentlich der flüssigen Exkremente bewirkt und eine stinkende Zersetzung fernhält, damit weder Boden noch Luft verunreinigt wird. Unter allen Umständen wird man aber den in den tierischen Exkrementen befindlichen Dungwert bei der Wahl des Abfuhrsystemes mit berücksichtigen müssen.

3. Abwässer der Küchen, Waschküchen und Badeanstalten.

Die Menge dieser sogenannten Hauswässer ist außerordentlich

verschieden je nach der Lebensweise der betreffenden Bevölkerung und der Zufuhr von Wasser. In Städten mit centraler Wasserversorgung ist dieselbe z. B. sehr viel bedeutender als in Städten mit Pumpbrunnen.

Ziureck[23] hat die Menge des jährlich von einer Stadt von 100000 Einwohner gelieferten Spülwassers auf 219000 Tonnen berechnet. Fischer[24] hält diese Angabe für viel zu niedrig, da in den Städten mit Wasserleitungen täglich pro Kopf etwa 100 Liter Wasser, von 100000 Menschen daher jährlich ca. 3—4 Millionen Tonnen verbraucht werden.

Da wir bei Neuanlage von Wasserleitungen jetzt durchschnittlich 150 Liter pro Tag und Kopf der Bevölkerung rechnen, so können wir wohl mit Sicherheit annehmen, daß 100—125 Liter pro Tag und Kopf wieder aus den Wohnungen fortgehen. 125 Liter hat man nach Kaftan in den englischen Städten als Wasserzufuhr und nahezu auch als abgehende Spülwassermenge berechnet (vergl. in diesem Handbuche Bd. I, Abteil. 2, Wasserversorgung).

Die Abwässer enthalten Abfälle von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln, Fett, Sand und Seifenwasser aus den Küchen, Seife und Fett aus den Waschhäusern und Seife aus den Badestuben. Die chemische und bakterioskopische Zusammensetzung variiert ganz außerordentlich.

Brix[38] giebt folgende Analysen.

	100 000 Teile Flüssigkeit enthalten		
	Chlor Teile	reduzieren Kaliumpermanganat Teile	Bemerkungen.
Wasser, worin geschälte Kartoffeln gekocht wurden	1775,0	1321,8	Die für eine Familie von 13 Köpfen zu einer Mahlzeit erforderl. Wassermenge betrug 1,5 l
Wasser, worin Spinat gekocht war	789,7	999,4	Desgl. 4,3 l
Wasser, worin Zuckerbohnen gekocht waren	212,5	5754,5	„ 1,7 l
Wasser, worin Kohlrabi gekocht war	887,5	8060,0	„ 1,0 l
Wasser, worin Blumenkohl gekocht war	2485,0	1523,7	„ 2,8 l
Seifenwasser, in welchem Weifszeug gewaschen war	10,0	386,9	Kohlensaures Natron 111,3 l
Filtriertes Abwaschwasser einer geölten hölzernen Treppe	3,5	16,7	Das völlig schwarze Wasser enthielt nach Abzug des Sandes noch 50 Teile suspendierte Stoffe.

Im Waschwasser von Waschanstalten in Paris wurden nach Miquel 25—40 Millionen Keime von Mikroorganismen in 1 ccm gefunden. Pathogene Bakterien können in großer Menge in den Haus-

wässern enthalten sein, zunächst werden in dem Bade- und Waschwasser die am Körper und in der Wäsche befindlichen Keime von Infektionskrankheiten, wie Cholera, Typhus etc. mit fortgeschwemmt, außerdem geht fast immer „per fas“ oder „per nefas“ ein großer Teil des Urins, der z. B. bei Tuberkulose, Diphtheritis, Typhus und Eiterungen Krankheitserreger enthalten kann, und ein großer Teil der Kinderexkremente und der Sputa, die zahlreiche pathogene Mikroorganismen mit sich führen können, in den sogenannten Hauswässern mit fort. Die Hauswässer sind daher von der allergrößten hygienischen Bedeutung.

Wenn die Abwässer durch ihren Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen möglicherweise einen, wenn auch sehr geringen, theoretischen Wert haben könnten, so wird ihnen dieser wohl von niemand zugesprochen werden, im Gegenteil wird man glücklich sein, dieselben mit möglichst geringen Kosten aus den Städten entfernen zu können.

4. Abwässer aus gewerblichen Betrieben (Fabriken, Schlachthäusern etc.).

Die Beschaffenheit dieser Abwässer hängt ganz von den betreffenden Industrien ab. Wenn wir uns hier nur auf den Gehalt an organischen, fäulnisfähigen Stoffen beschränken wollen, so enthielten nach König[25] z. B. in 1 l das Nachspülwasser eines Schlachthauses:

Organische Stoffe (Glühverlust)	297,2	mg
Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	74,4	„
Gesamtstickstoff	47,9	„

und 1 380 000 entwickelungsfähige Keime von Mikroorganismen in 1 ccm;

das Abgangswasser des Schlachthauses in Erfurt:

Suspendierte organische Stoffe	1101,5	mg
darin Stickstoff	87,5	„
Gelöste organische Stoffe	1320,0	„
Organisch gebundener Stickstoff	171,7	„
Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	547,2	„

sogenanntes Salzwasser der Gerbereien (nach 5-tägiger 2. Maceration von 175 Häuten):

Organischer Kohlenstoff	1470,0	mg
Organischer Stickstoff	3,0	„
Ammoniak	416,0	„

Abgangswasser einer Bierbrauerei:

Suspendierte organische Stoffe	362,5	mg
darin Stickstoff	43,5	„
Gelöste organische Stoffe (Glühverlust)	345,0	„
Organischer Stickstoff	14,1	„
Zur Oxydation erforderl. Sauerstoff	172,8	„

Hefenwasser einer Branntweinbrennerei:

Organische Stoffe	6921,2	mg
darin Stickstoff	278,2	„
Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	2560,0	„

Abgangswasser einer Weizenstärkefabrik:

Organische Stoffe	3775,0	mg
darin Stickstoff	1465,0	„

Abwasser einer Kartoffelstärkefabrik:

Organische Stoffe	1134,2 mg
darin Stickstoff	140,67 „
Ammoniak	37,4 „

Abgangswasser von Strohpapierfabriken (Mittel aus 4 Analysen):

Suspendierte organische Substanz	146,0 mg
Gelöste organische Stoffe	2267,2 „
Organischer Stickstoff	79,3 „

Abgangswasser aus Oelpreßfabriken:

Suspendierte organische Stoffe	540,9 mg
Gelöster organischer Kohlenstoff	77,97 „
Ammoniak	195,45 „
Gesamtstickstoff	238,9 „

Abgänge aus Leimsiedereien:

Suspendierte organische Stoffe	306,0 mg
darin Stickstoff	22,5 „
Gelöste organische Stoffe (Glühverlust)	2303,3 „
Organischer und Ammoniakstickstoff	73,1 „
Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	281,6 „

Abwasser einer Wollgarnspinnerei.

Suspendierte organische Stoffe . . .	640,0 mg
Gelöste organische Stoffe (Glühverlust)	776,0 „
Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	295,0 „
Gesamtstickstoff	45,0 „

Abgangswässer aus Färbereien.

Organische Stoffe	1345,5 mg
Stickstoff in organischer Verbindung .	20,5 „

Die Anzahl der Mikroorganismen, die sich in den industriellen Abwässern befinden, ist recht erheblich. So fand ich am 15. November 1890 pro 1 ccm in den gereinigten Abwässern der

Zuckerfabrik Dettum	47 250 Keime
„ Wendessen	524 380 „
„ Schöppenstedt (neue Fabrik) . . .	544 050 „
Horney'schen Branntweinbrennerei in Schöppenstedt	215 750 „
Aktienbrennerei in Schöppenstedt	136 080 „
Molkerei in Schöppenstedt	544 050 „

Dettum hatte Reinigung durch Rieselwiesen, die übrigen Zuckerfabriken chemische Reinigung.

Wenn wir von den Zuckerfabriken, die ein an organischen Stoffen außerordentlich reiches Abwasser abführen, ganz absehen wollen, da sie meistens auf dem flachen Lande liegen, so ergiebt sich schon aus der obigen Zusammenstellung, welche ungeheuren Mengen organischer, fäulnisfähiger Substanzen und Keime von Mikroorganismen die Industrie in ihren Abwässern den Flüssen in den Städten zuführt. Dazu kommen dann noch besonders in Betracht die pathogenen Mikroorganismen, welche die Abwässer der Schlachthäuser und derjenigen Industrien, die Lumpen, Felle, Haare oder tierische Abfälle verarbeiten, enthalten.

Der theoretische Wert der gewerblichen Abwässer würde sich nach dem Gehalte an Stickstoff und Salzen bestimmen lassen; er kommt

aber in Wahrheit für Städte kaum in Betracht, da eine Ausnutzung der in ihnen enthaltenen Stoffe hauptsächlich durch Berieselung stattfindet und diese für jedes einzelne Fabriketablissement einer Stadt sehr schwer durchführbar sein würde. Anders stellt sich die Frage auf dem flachen Lande, wo z. B. die Zuckerfabriken durch Auflassen ihrer Abwässer auf Rieselwiesen sehr beträchtliche Einnahmen in den Graserntеn gemacht haben. In denjenigen Städten, welche Schwemmkanalisation mit Berieselung besitzen, kommen die gewerblichen Abwässer bei der Düngung der Rieselfelder mit zur Geltung.

Ueber diesen Gegenstand ist die Abteilung Flußverunreinigung in diesem Band zu vergleichen.

5. Tierkadaver und feste Abgänge aus Fabriken, Schlachthäusern u. s. w.

Die festen Abgänge aus Fabriken werden häufig mit dem Haus- und Straßenkehricht zusammen entfernt. Schätzungen der Menge von Fabrikabfällen sind nur auf Grund lokaler Erhebungen zu geben. Sie richten sich nach der Art der Gewerbebetriebe. Es wäre aus diesem Grunde unmöglich, hier Durchschnittswerte anführen zu wollen (siehe übrigens [26]).

Die Tierkadaver und festen Abgänge aus den Schlachthäusern werden entweder in besonderen Einrichtungen in diesen selbst unschädlich gemacht oder nach den Abdeckereien geschafft.

Ausführlicheres über die Abdeckereien ist bei Wehmer, Abdeckereiwesen, in Bd. II, zweite Abteilung, S. 103 dieses Handbuches zu finden.

6. Hauskehricht.

Der Hauskehricht oder sogen. Müll besteht aus den festen Küchenabfällen, aus dem zusammengefegten Staube der Zimmer und Korridore, zerbrochenem Geschirr, Papierschnitzeln, Ueberresten der Heizung etc. Derselbe ist sehr reich an pathogenen Mikroorganismen und zur Zersetzung und Fäulnis sehr geneigt.

Die Mengen desselben werden von E. Richter (s. diesen Band 2. Abteilung, S. 201, im Kapitel Straßenhygiene) auf etwa 0,75 l oder und 0,5 kg pro Kopf und Tag geschätzt.

7. Strafsenkehricht.

Der Straßenkehricht besteht aus den Straßenabfällen, d. h. den Abnutzungsprodukten der Straßenpflasterung und den durch den menschlichen Verkehr auf die Straße gelangenden Abfällen, den Abfallstoffen der Zugtiere, den Ueberbleibseln von der Kehrichtabfuhr aus den einzelnen Häusern sowie den Schnee- und Eismassen. Die Menge des Straßenkehrichts schätzt Th. Weyl [27] für englische und deutsche Großstädte auf 180—230 kg pro Kopf und Jahr, E. Richter (siehe das Kapitel Straßenhygiene in diesem Bande, 2. Abteilung, S. 224) auf 0,09—0,20 cbm.

Was die chemische Zusammensetzung des Straßenkehrichts an-

betrifft, so giebt du Mesnil[28] eine Analyse des Straßenkehrichts in Brüssel. Derselbe enthielt:

22,878	Proz. organische Substanz, darunter:	0,392	Proz. Stickstoff		
	3.17 Proz. Kalk	2,328	Proz. Eisen		
	0.744 „ Magnesia	0,602	„ Phosphorsäure		
	0.309 „ Kali	0,815	„ Schwefelsäure		
	0,334 „ Natron	0,053	„ Chlor		
64,081	Proz. unlösliche Substanz, wie Argilla, Kieselsäure u. s. w.				

Dr. G. Drouineau[29] unterscheidet bei dem Straßenkehricht zwei Formen und giebt mit besonderer Berücksichtigung der eventuellen landwirtschaftlichen Verwertung folgende Zusammensetzung derselben an:

1) Der grüne Straßenkehricht (la gadoue verte), bestehend aus den frischen Straßen- und Hausabfällen, enthält nach Muntz und Girard:

Wasser	30.30
Trockensubstanz, organische .	18,09
„ mineralische	51,61

Für die Landwirtschaft sind von Bedeutung

Stickstoff	0.43
Phosphorsäure	0.52
Kali	0.56
Kalk	3.26

2) Der schwarze Straßenkehricht (la gadoue noire), der nach einigen Wochen in den Depots schwärzlich gewordene Müll, enthält nach Muntz und Girard:

Wasser	49.30
Trockensubstanz, organische .	14 30
„ mineralische	36,40

Für die Landwirtschaft sind von Bedeutung

Stickstoff	0,40
Phosphorsäure	0,47
Kali	0.30
Kalk	3,03

Beide enthalten also für die Landwirtschaft sehr verwertbare Stoffe.

Weitere chemische Analysen giebt Weyl[30] in seinem der Stadt Berlin erstatteten sehr inhaltsreichen Reiseberichte „Studien zur Straßenhygiene“.

Sehr genaue Untersuchungen in chemischer und bakteriologischer Beziehung stellten Uffelmann[31] und Manfredi[32] an; sie kamen zu folgenden Resultaten, die namentlich auf Arbeiten in München, Neapel und Rostock beruhten.

Die Anzahl der Mikroorganismen, die in dem Straßenschmutze leben, ist eine außerordentlich große, was namentlich daraus erhellt, wenn man dieselben mit anderen Unratssubstanzen, wie frischem Menschenkot und Kanaljauche, vergleicht. Manfredi fand in Neapel:

	Keime in 1 g frischem Strafsenschmutz	Keime in 1 g frischem Menschenkot	Keime in 1 ccm Kanaljauche
Maximum	6 668 000 000	2 300 000 000	38 000 000
Minimum	910 000	25 000 000	10 500
Medium	716 521 000	381 000 000	544 525

Andere Städte sind offenbar nicht so schmutzig, so fand Manfredi in 1 g frischem Straßenschmutz

in München am Frauenplatz	8/7. 1889	8 000 Keime,
„ „ in der Sonnenstrafse	„ „	1 012 000 „
„ „ „ „ Schwanthalerstrafse	9/7. „	186 000 „
„ „ „ „ Theatinerstrafse	„ „	12 840 600 „
„ „ „ „ Herzog-Wilhelmstr.	10/7. „	1 183 000 „

Uffelmann fand in Rostock in 1 g Straßenschmutz 2—40 Millionen Keime.

Als normale Zahl sieht Manfredi $^1/_2$—10 Millionen in 1 g Straßenschmutz an bei richtiger Straßenhygiene.

Die Bakterien sind offenbar zum Teil gegen Trockenheit und Erwärmen sehr widerstandsfähig; es wurden gefunden in 1 ccm Straßenschmutz lebensfähige Keime

	nach anhaltender trockener Witterung	nach 1-stündigem Erwärmen auf eine Temperatur von 80° C.
Maximum	160 000 000	4 500 000
Minimum	910 000	750
Medium	57 555 143	190 000

In chemischer Beziehung zeigt sich, daß der Straßenschmutz außerordentlich reich an zersetzungsfähigen Substanzen war.

In 100 g trockener Substanz wurden gefunden in g:

	Neapel	Rostock	Leipzig	Brüssel	Paris
Organische Substanzen . .	29,00	29,80	7,93	22,80	25,90
Stickstoff (nach Kjeldahl bestimmt)	0,68	0,42	0,45	0,39	0,60

Meistens reagiert der Straßenschmutz neutral oder leicht alkalisch, selten leicht sauer, er ist daher als ein guter Nährboden für die meisten Bakterien anzusehen.

Durch Impfversuche gelang es, eine Anzahl pathogener Bakterien im Straßenschmutz zu finden und zwar

6 mal Staphylococcus pyogenes aureus,
1 „ Streptococcus pyogenes,
4 „ Bacillus des malignen Oedems,
2 „ Bacillus des Tetanus,
3 „ den Tuberkelbacillus.

Lebensfähig können sich im Straßenschmutz eine ganze Reihe anderer pathogener Mikroorganismen halten, wie die der Cholera, des Typhus, des Milzbrandes und der Tuberkulose.

Durch Verstäubung können diese pathogenen Mikroorganismen eingeatmet, auf dem Boden spielender Kinder durch Hand und Mund in den Körper kommen, durch schlechtes Straßenpflaster in den Boden, dadurch in das Wasser und die Brunnen gelangen.

Neuerdings hat Marpmann[33] meistens in dem Leipziger Straßenstaube Ueberreste von Tuberkelbacillen gefunden und dadurch, daß es

ihm gelang, daraus Reinkulturen von Tuberkelbacillen zu züchten, nachgewiesen, daß eine Infektion mit Tuberkulose durch Einatmen von Straßenstaub entstehen kann.

Gutes Pflaster, Kehrung der Straßen im feuchten Zustande, späteres Verbrennen des abgefahrenen Straßenschmutzes schützt am besten vor solchen Gefahren.

Wie aus den angeführten Analysen ersichtlich, besitzt der Haus- und Straßenkehricht einen gewissen theoretischen Wert.

Paltzow und Abendroth berechnen denselben für eine Stadt von 100000 Einwohnern jährlich folgendermaßen:

Strafsen- und Schleufsenkot	4 500	Tonnen	=	49 827 M.
Sand, Schlacken, Scherben	9 062	„	=	—
Asche	14 000	„	=	901 110 „
Küchen-, Gewerbs- und Strafsenabfälle	12 994	„	=	712 611 „
Summa	40 556	Tonnen	=	1 663 548 M.

Es ist selbstverständlich, daß eine derartige Berechnung keinerlei praktische Bedeutung hat, da noch viel mehr als bei den menschlichen Exkrementen Angebot und Nachfrage und Transportfähigkeit die Preise bestimmen. Während früher manche Stadt vielleicht eine Einnahme aus dem Haus- und Straßenmüll hatte, muß sie jetzt große Summen zuzahlen, um denselben los zu werden. Weyl [34] berichtet z. B., daß Battersea, ein Distrikt von London von 150000 Einwohnern, 1867 eine Einnahme von 3000 M. aus dem Müll hatte, während es 1888 für die Fortschaffung 80900 M. zahlen mußte.

8. Das Strafsenwasser und der Schnee von den Dächern der Häuser und der Strafsen.

Die Quantität der feuchten Niederschläge schwankt nach der Oertlichkeit, je nachdem wir es mit einer regenarmen oder regenreichen Gegend zu thun haben. Die Niederschläge enthalten den Luftstaub und die von den Dächern. Höfen und Straßen mitgeschwemmten Schmutzstoffe, bestehend aus gelösten und ungelösten organischen und unorganischen Stoffen, wie Kohlenteilchen, Eisen- und Steinsplitterchen, Pollenkörnchen, Holzzellen, Algen, Schimmel-, Sproß- und Spaltpilze (nach Uffelmann, Handbuch der Hygiene, S. 71).

Nach J. König [35] hat das reine Regenwasser nach 73 Analysen Frankland's, Denison's und Morton's pro Liter im Mittel:

Gesamtrückstand	39,5	mg
Chlor	6,3	„
Ammoniak	0,5	„
Stickstoff in Nitraten und Nitriten .	0,07	„
Organischen Kohlenstoff	0,99	„
Organischen Stickstoff	0,22	„

Da das Regenwasser den Straßenschmutz zum Teil mit wegspült, so sind alle in demselben enthaltenen pathogenen Mikroorganismen auch in dem Regenwasser, das von der Oberfläche der Straßen abfließt, mit enthalten.

In dem Pariser Straßenwasser wurden nach Durand-Clay in 1 ccm 127000 Keime von Mikroorganismen gefunden.

Als Anhang würden wir noch zu betrachten haben

9. Die menschlichen Leichen.

Nehmen wir nach Rubner[36] bei einer mittleren Sterblichkeit von 24 pro mille ein mittleres Gewicht der Leichen von 40 kg mit 32,5 Proz. organischer Substanzen, so liefert eine Stadt von 100000 Menschen jährlich in den Leichen 31200 kg organischer Substanz, das ist, wenn man die gesamten in einer Stadt von 100000 Menschen produzierten Auswurfsstoffe zu 2835300 kg fäulnisfähiger Substanz annimmt, kaum 1 Prozent derselben.

Die menschlichen Leichen sind aber trotz dieser relativ geringen Menge an organischen Substanzen in hygienischer Beziehung von großer Bedeutung, da sie die Krankheitsstoffe und besonders die Erreger der Infektionskrankheiten in sich tragen können.

Es ist deshalb sehr berechtigt, eine hygienische Anordnung und Pflege der Friedhöfe weitab von menschlichen Wohnstätten zu verlangen oder eine Zerstörung der menschlichen Leichen durch Feuer vorzunehmen.

Vergleiche über das Leichenwesen die Monographie von Wernich in Bd. II, Abt. II, S. 1 dieses Handbuchs.

10. Gesamtmenge der Abfälle einer Stadt.

Berechnet man die Gesamtsumme aller aus den Städten zu entfernenden Abfallstoffe auf Grund der vorstehend (S. 15—29) angeführten Daten, so beträgt dieselbe für eine Stadt von ca. 100000 Einwohnern, also z. B. für Braunschweig:

1)	An festen und flüssigen Exkrementen der Menschen	36,500 000 kg
2)	„ festen und flüssigen Exkrementen der Haustiere	12,000 000 „
3)	„ Haus- und Strafsenkehricht und festen gewerbl. Abfällen	40,556 000 „
	Summa	89,056 000 kg

Hiernach sind auf jeden Bewohner durchschnittlich jährlich ca. 890 kg Abfallstoffe aus der Stadt zu entfernen, abgesehen von der Menge der Abwässer aus Fabriken, Wohnhäusern u. s. w. Diese hängt ganz von dem Wasserverbrauch ab. Sie ist bei Versorgung aus einzelnen Pumpbrunnen eine geringe, bei Versorgung aus centralen Wasserleitungen zuweilen eine sehr bedeutende. In Braunschweig wurde bei Projektierung der 1894 anzulegenden Rieselfelder die Menge derselben (inkl. der mit den Wasserklosetts fortgespülten festen und flüssigen Exkremente) pro Kopf und Jahr auf 17818 Liter berechnet. Berlin pumpte nach Weyl[37] im Betriebsjahr 1890/91 ungefähr 36000 Liter Abwässer (inkl. Meteor- und Straßenreinigungswasser) pro Kopf und Jahr auf die Rieselfelder.

Brix[38] giebt folgende Tabelle über die durchschnittlichen Mengen der hauptsächlichsten städtischen Abfälle in **festem wasserfreiem** Zustande:

Abfallstoffe	Kg feste Abfallstoffe in wasserfreiem Zustande auf 1 Kopf und Jahr berechnet					Bemerkungen
	Gelöst	Suspendiert	Organisch	Anorganisch	Insgesamt	
1. Durch die Verstorbenen			0,3—0,4	0,5	0,8—0,9	Bei Sterblichkeit von 25—30 pro Mille
2. Menschl. Exkremente. Urin u. Kot			27,7	6,6	34,3	In 13—14 mal so viel Wasser
3. Kanalwasser ohne Exkremente an regenfreien Tagen	40	15 }	10 7,5 } 17,5	30 7,5 } 37,5	55	In 650—1400mal so viel Wasser
4. Hauskehricht			30	80	110	Hinzu 16—20 kg Wasser. Spez. Gew. einschließl. des Wassergehalts 0,5—0,6.
5. Straßenkehricht			25	55	80	Hinzu 13—100 kg durchschnittl. Wasser, je nach Witterung. Spec. Gewicht 0,8—1,3.
Summa von 2—5 einschließl.			102,2	179,1	279,3	

Vollständig kann man dem vom genannten Autor gezogenen Schlusse beipflichten: „Haus- und Straßenkehricht liefern hiernach mehr organische Abfallstoffe, als in den menschlichen Exkrementen und im Abwasser zusammen enthalten sind! Eine dringende Mahnung, der Sammlung und Beseitigung der Kehrichtstoffe eine größere Fürsorge zuzuwenden, als es im Allgemeinen bisher geschehen ist.“

1) **G. Varrentrapp**, *Entwässerung der Städte* 14.
2) **Wolf** *und* **Lehmann**, *citiert bei* **Varrentrapp**, *Ueber Entwässerung der Städte* 15.
3) **Abendroth**, *Die Guanofabrikation in ihrer Beziehung zur Volkswirtschaft u. s. w.* 1853.
4) **G. Varrentrapp**, *Entwässerung der Städte* 17.
5) *Dingler's polytechnisches Journal* (1871) 201. *Bd.* 184.
6) **Berzelius**, *citiert bei* **Roth** *und* **Lex**, *Handbuch der Militärgesundheitspflege*, 1. *Bd.* 417 (1872).
7) **Birnbaum**, *citiert in* **Kirchbach**, *Handbuch für Landwirte* 1872, 440.
8) **Lehmann**, *citiert in* **Sommaruga**, *Städtereinigung* 13.
9) **Gorup-Besanez**, *Physiologische Chemie* 582.
10) *Dingler's polytechnisches Journal* (1874) 214. *Bd.* 490.
11) *Bericht über die Verwaltung und den Stand der Gemeindeangelegenheiten in Chemnitz für das Jahr* 1891.
12) **Parkes**, *A Manual of practical hygiene* 4. *Aufl.* 336.
13) **v. Pettenkofer**, *Ueber Kanalisation und Abfuhrwesen, München* 1876, 15.
14) **Erismann** *in* **v. Pettenkofer's** *und* **Ziemssen's** *Handbuch der Hygiene, Entfernung der Abfallstoffe II*, 1 (1), 86 (1882).
15) *Centralbl. f. Bakt.* (1889) 5. *Bd.*, 130.
16) **Karlinski**, *Arch. f. Hyg.* 10. *Bd* 475.
17) **J. Uffelmann**, *Handbuch der Hygiene, Wien* 1890, 413.
18) **Gruber** *und* **Brunner**, *Kanalisation oder Abfuhr* 11.
19) **Muspratt**, *Technische Chemie* 2. *Bd.* 401.
20) *citiert in* 4) **Varrentrapp**, *Entwässerung der Städte* 17.
21) **Stöckhardt**, *Chemische Feldpredigten* 21 *citiert in* 4) **Varrentrapp**, *Entwässerung der Städte* 19.
22) **E. Heiden**, *Lehrbuch der Düngerlehre, Hannover, Ph. Cohen*, 1887, 2. *Bd.* 34 *ff.*
23) **Ziureck**, *Dingler's polytechnisches Journal* (1871) 201. *Bd.* 184.
24) **Ferd. Fischer**, *Die menschlichen Abfallstoffe, Braunschweig, Vieweg*, 1882 *und Dingler's polytechnisches Journal* (1875), 215. *Bd.* 379 *und* 216. *Bd.* 273.

25) J. König, *Die Verunreinigung der Gewässer*, Berlin, Springer, 1887, 216 *ff.*
26) Flügge, *Grundriſs der Hygiene*, Leipzig, Veit & Co., 1888, 444.
27) Th. Weyl, *Studien zur Straſsenhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Müllverbrennung*, Jena, Fischer (1893) 77 Anm. 3.
28) du Mesnil, *Nettoiement de la voie publique* in *Annales d'hygiène publique* (1884), 305.
29) G. Drouineau, *Des dépôts ruraux ou agricoles d'immondices*, in *Rev. d'hyg et d. l. pol. sanit.* (1890) 609.
30) Th. Weyl, *Studien zur Straſsenhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Müllverbrennung*, Jena, Fischer (1893) 9 *und* 57 *ff.*
31) J. Uffelmann, *Handbuch der Hygiene*, Wien und Leipzig, Urban & Schwarzenberg, 1890, 413
32) L. Manfredi, *Sulla contaminazione della superficie stradale nelle grandi città dal punto di vista dell' igiene e dell' ingegneria sanitaria, Ricerche e studii fatti con speciale riguardo alla città di Napoli*, und L. Manfredi, *L'inquinamento del suolo in Napoli in rapporto alla pavimentazione delle strade*, in *Estratto dal Giorn. internat. delle scienze med Anno XIII* 18.
33) Marpmann, *Centralbl. f. Bakteriologie und Parasitenkunde* (1893) No. 8.
34) *siehe* 30) Weyl *etc.*, 48 *und* 106.
35) J. König, *Die menschlichen Nahrungs- und Genuſsmittel* 657.
36) M. Rubner, *Lehrbuch der Hygiene*, Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1890, 393.
37) Th. Weyl, *Die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte*, Jena, G. Fischer (1893) 6.
38) Behring, *Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Hygieniseher Teil*, Leipzig, Thieme (1894) 107.
39) Behring, *S.* 120.

III. Notwendigkeit und Nutzen der Städtereinigung.

Die Notwendigkeit der Städtereinigung ergiebt sich 1) aus den Gefahren, welche die Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes für die Gesundheit der Städtebewohner bieten, und 2) aus der Besserung der Gesundheitsverhältnisse, die viele Städte nach erfolgter Einführung großartiger Städtereinigungsmaßregeln erzielten.

Die Abfallstoffe werden für die Gesundheit schädlich durch Verunreinigung des Bodens, auf dem wir leben, der Luft, die wir einatmen und des Wassers, das wir trinken.

1. Verunreinigung des Bodens[29].

Der Boden ist wohl als das geeignetste Mittel, als der naturgemäße Ort zu bezeichnen, dem wir die städtischen Abfallstoffe überantworten können. Die organischen Substanzen unterliegen in denselben durch die Tätigkeit von Mikroorganismen einem Zersetzungsprozesse — bei Abschluß von Sauerstoff der Fäulnis, bei ausreichendem Zutritt von Sauerstoff der Verwesung. Bei der nötigen Menge Feuchtigkeit und passender Temperatur werden die stickstoffhaltigen organischen Substanzen im Boden bei reichlicher Zufuhr von Sauerstoff in salpetrige Säure und Salpetersäure verwandelt, sie werden nitrifiziert, und die kohlenstoffhaltigen Stoffe zu Kohlensäure oxydiert. Man hat[1] berechnet, daß bei einer Wohnungsdichtigkeit von 80 Personen auf 1 Hektar Bodenfläche vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkte aus mehr als nötig Düngung durch die Abfallstoffe geliefert und der Boden imstande sein würde, diese Abfallstoffe zu verarbeiten, zu mineralisieren. Da aber in den Städten weit mehr Einwohner auf den Hektar kommen, bis zu 800 und darüber, ferner drei Viertel der Bodenfläche mit Häusern bebaut und nur ein sehr kleiner Teil der Städteoberfläche mit Pflanzen bedeckt ist, die

wie auf freiem Felde die organischen Düngstoffe zersetzen und für sich assimilieren, so würde notwendigerweise eine sehr starke Verunreinigung, eine Ueberdüngung des Bodens eintreten und statt der Verwesungsprozesse würden sich Fäulnisprozesse zeigen, wenn wir nicht Anstalten träfen, die Abfallstoffe künstlich aus den Städten zu entfernen.

Die hauptsächlichste Bodenverunreinigung findet durch Senk- und Schwindgruben statt. Bei größeren Kanalarbeiten und beim Ausschachten des Bodens für Neubauten in dichtbebautem und Jahrhunderte lang bewohntem Städteterrain kann man die Bodenverunreinigung in der Nähe alter Abtrittsgruben oft schon an dem schwärzlichen Aussehen und dem üblen Geruche des Erdbodens erkennen. Nach den Untersuchungen Wolffhügel's[2], welche jungfräulichen Boden, ferner den Untergrund mehrerer gemauerter Abtrittsgruben und endlich den Boden in der Nähe einer Düngergrube in München betrafen, waren in 1 cbm Erde in kg enthalten:

	im kalten Wasser löslich					im kalten Wasser unlöslich	
	Gesamtmenge	Glühverlust	Organische Substanzen	Chlor	Salpetersäure	Glühverlust	Stickstoff
Normalboden aus der Nähe des physiologischen Instituts	0,211	0,052	0,118	0,010	0,012	1,504	0,014
Mittel von 6 Abtrittsgruben	0,603	0,185	1,257	0,110	0,019	5,461	0,060
Boden aus der Nähe der Düngergrube	4,710	1,500	2,230	0,330	0,460	39,772	0,956

Außerdem können die auf den Straßen liegenden Abfallstoffe und Krankheiterreger von den atmosphärischen Niederschlägen ausgelaugt werden, in den Boden versickern und hierdurch eine Verunreinigung des Untergrundes unserer Städte hervorrufen.

Der Mensch hat vielfach Gelegenheit, mit dem Boden in Berührung zu kommen. Mit unseren Schuhen tragen wir, namentlich bei feuchtem Wetter, den schmutzigen Boden aus der Umgebung unserer Häuser in die Zimmer hinein, hier trocknet er und zerstäubt. Der Straßenstaub dringt vorzugsweise an trockenen Tagen in unsere Wohnräume ein. Sowohl der von verschmutztem Boden herrührende Wohnungsstaub, wie auch der Straßenstaub wird von uns eingeatmet, oder mit dem Speichel oder mit den Speisen, auf denen er sich abgelagert hat, verschluckt. Besonders durch die Uebertragung von Krankheitserregern kann der Staub eine Schädigung der Gesundheit bewirken. Bewiesen ist dies am sichersten für die Tuberkulose.

2. Verunreinigung der Luft.

Eine Verunreinigung der städtischen Luft kann erfolgen durch die in die Wohnungen und in die äußere Atmosphäre austretende Bodenluft, durch die Emanationen der Abtrittsgruben, durch faulenden Straßenschmutz und durch Schornsteine und Fabrikanlagen.

Bodenluft.

Wenn auch die im verunreinigten Boden sich bildenden übelriechenden Gase erst eine bestimmte tiefere oder flachere Bodenschicht von unten nach oben durchdringen müssen und dadurch in Eigenschaft und Menge modifiziert werden, so ist doch die Luft in einer Stadt mit verschmutztem Untergrund meist verdorben. Wir können dies, namentlich in heißer Sommerzeit, bei Windstille und fallendem Barometer mit unseren Geruchsnerven bemerken, besonders wenn wir aus der freien Umgebung in das Innere der Stadt, in die engen Straßen und Höfe uns begeben.

Aber nicht bloß die Außenluft in den Städten, auf den Straßen, nein ganz besonders die Wohnungsluft wird durch verschmutzten Untergrund verunreinigt. Nach den Untersuchungen Pettenkofer's, Erismann's, Forster's u. a.[29] wird die Bodenluft nach den mit warmer Luft angefüllten Häusern angesogen und es kann daher der Fall eintreten, daß wir im Innern der Häuser in stark verdünnten Fäulnisgasen leben.

Abtrittsgase.

Eine weitere Verunreinigung der Luft in den Häusern wird namentlich durch mangelhafte Abtrittseinrichtungen hervorgerufen. Erismann[4] hat für eine Abtrittsgrube von 27 cbm, die bis auf die Höhe von 2 m mit Fäkalmassen gefüllt ist, also für 18 cbm Abtrittsflüssigkeit, in 24 Stunden folgende Emanationen berechnet:

Kohlensäure	5,67 cbm
Ammoniak	2,67 „
Schwefelwasserstoff	0,02 „
Flüssige Fettsäuren u. s. w. (auf Sumpfgas berechnet)	10,43 „
Summa: schädliche verunreinigende Gase	18,79 cbm

Er fand ferner, daß in 24 Stunden 262—1172 cbm Luft durch die Abtrittsröhren den verschiedenen Stockwerken zuströmten. Pettenkofer[5] konstatierte, daß in einem anderen Falle 518400 cbm Abtrittsgase in einem Tage in ein Haus eindrangen. Es entspricht das einer sehr bedeutenden Luftverunreinigung, die namentlich im Winter bei geheizten Wohnungen besonders stark sich bemerkbar macht.

Faulender Straßenschmutz etc.

Fernere Verunreinigungen der Luft werden hervorgerufen durch frei an der Luft auf den Straßen, Höfen, in den Flüssen u. s. w. sich vollziehende Zersetzungen der Abfallstoffe. Faulende Abfälle des Haushalts, offene Kanäle mit Abwässern, Depots für Fäkalien, Flüsse oder Bodenflächen, denen man Abfallstoffe übergeben hat, können in hohem Grade die Luft verunreinigen.

Schornsteine, industrielle Etablissements etc.

Von großer Bedeutung ist endlich für die Verunreinigung der Luft namentlich in größeren Industriestädten die Produktion von Rauch aus den Schornsteinen und die üblen, zum Teil schädlichen Gerüche, die viele Industrien, so namentlich chemische Fabriken, verbreiten.

Wenn es nun auch feststeht, daß die geschilderten Verunreinigungen der Luft nur in ganz konzentrierter Form, z. B. beim Ausräumen der

Senkgruben, direkt toxisch wirken, indem sie durch Einatmung Vergiftungserscheinungen hervorrufen, so muß man auch bei der Einatmung der durch Zersetzung der Abfallstoffe entstehenden Gase in verdünnter Form eine Schädigung unserer Gesundheit annehmen.

Von einer Infektion im wahren Sinne kann dabei keine Rede sein, da in den Jauchegasen keine Krankheitserreger enthalten sind. Dafür werden wir aber ein gewisses Ekelgefühl empfinden und unwillkürlich nur oberflächliche Atemzüge machen, wenn uns eine solche übelriechende Luft geboten wird. Dauert ein derartiger Respirationstypus längere Zeit an, z. B. bei jemand, der die engen Zimmer und die unsauberen Straßen einer Stadt selten verläßt, so werden sich Störungen der Blutverteilung, Blutbildung und Ernährung zeigen, welche eine Disposition zu Krankheiten hervorbringen. — Wir müssen daher die Forderung streng aufrecht erhalten, daß uns eins der wichtigsten Nahrungsmittel, die Luft, nicht in ekelerregender und die Atmung störender Form, sondern rein, frei von gasförmigen Verunreinigungen, geliefert wird.

3. Verunreinigung des Wassers.

Die Verunreinigung des Wassers durch Auslaugung eines Untergrundes, der mit Abfallstoffen übersättigt ist, zeigt sich in zahlreichen Analysen sogenannter Flachbrunnen aus Kulturschichten. In chemischer Beziehung hat man dabei sein Hauptaugenmerk gerichtet auf die Masse organischer Substanzen und deren chemische Zersetzungsprodukte, Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure, in bakterioskopischer Beziehung auf die Anzahl und Art der Keime von Mikroorganismen.

So zeigten z. B. im Jahre 1884 von 320 untersuchten Brunnenwässern der Stadt Braunschweig [6] die Mehrzahl einen Gehalt an Ammoniak und an salpetriger Säure, fast alle Brunnen enthielten Salpetersäure, einer bis 640 mg im Liter, an organischen Substanzen wurden bei einem Brunnen 330 mg im Liter beobachtet. In Berlin fand A. Müller [7] bei 65 Brunnen weniger als 0,75 mg Ammoniak im Liter, bei 33 Brunnen mehr als 0,75 mg bis zu 19 mg und bei 1 Brunnen 65 mg Ammoniak. Reich [8] fand in Berliner Brunnen bis zu 675 mg, in Leipziger Brunnen 65—347 mg, in Stettiner Brunnen 16—267 mg Salpetersäure im Liter.

Vom 17.—22. März 1890 untersuchte R. Blasius sämtliche öffentliche 38 Flachbrunnen der Stadt Braunschweig. Nur in 10 Fällen wurden unter 300 Keime von Mikroorganismen in 1 ccm gefunden, alle übrigen enthielten mehr, 9 über 1000, der schlechteste 6615, darunter 90 die Gelatine verflüssigende.

Werden die Flüsse mit den städtischen Abfällen übersättigt, so kann die selbstreinigende Kraft derselben nicht mehr genügend wirken; dann wird auch das Flußwasser als Trinkwasser unbrauchbar. Von besonderem Einflusse auf die Reinlichkeit des Flußwassers können die Abwässer industrieller Etablissements, namentlich der Zuckerfabriken sein, wie dies aus nachfolgender Tabelle (S. 35) hervorgeht [9], welche von Beckurts und R. Blasius entworfen wurde.

Da Braunschweig eine centrale Wasserversorgung durch filtriertes Okerwasser besitzt, war die Verunreinigung der Oker durch die Abwässer der Zuckerfabriken von der größten hygienischen Bedeutung für die Stadt.

Beschaffenheit des Wassers der Oker und ihrer Zuflüsse.

	Datum	Resultate der chemischen und der bakterioskopischen Untersuchung in 100 000 Gewichtsteilen						Entfernung in km *)
		Ammoniak	Salpetrige Säure	Chlor	Organische Substanz	Anzahl der der Keime von Mikroorganismen in 1 ccm	darunter haben die Gelatine verflüssigt	
		a) Vor der Zuckerkampagne.						
a) Bach im Kalten Thale unterhalb des Burgberges	26. Juni 1892					84	25	
b) Oker bei Vienenburg	26. Juni 1892	0	0	2,0	4.45	192	12	11,740 (a bis b)
c) Oker oberhalb Wolfenbüttels	3. Sept. 1891	0	0	3,45	2,62	1 240	70	27,855 (b „ c)
d) Oker unterhalb Wolfenbüttels	3. Sept. 1891	Spur	Spur	2.45	3,40	246 880	einige 1000	2,779 (c „ d)
e) Oker oberhalb Braunschweigs	4. Sept. 1891	0	0	3.15	3,80	4 610	170	15,076 (d „ e)
e) Oker oberhalb Braunschweigs	13. Mai 1892	0	0	3.2	5.00	2 010	450	
f) Oker unterhalb Braunschweigs	15. Mai 1892	wenig	reichlich	7,45	14.53	9 160	780	3,813 (e „ f)
g) Oker vor Einfluß in die Aller	15. Mai 1892	0	0	5,8	5,85	180	40	49,373 (f „ g)
		b) Während oder kurz nach der Zuckerkampagne.						
h) Oker oberhalb Vienenburgs	5. Dez. 1891	0,05	0	1,236	12,26	3 450	180	
i) Oker unterhalb Schladens	15. Nov. 1890	0,075	0	1,846	8,374	256 680	viele 100	9,130 (h „ i)
k) Oker unterhalb des Einflusses der Altenau	15. Nov. 1890	1,25	0	3,1598	24,332	51 336	ca. 200	16,255 (i „ k)
l) Oker oberhalb Braunschweigs	19. Nov. 1890	0,25	0	3,184	16,3	18 414	viele	20,325 (k „ l)
m) Oker bei Oelper	1. Nov. 1891	vorhanden	0	10,05	21,80	249 320	mehrere 1000	5,663 (l „ m)
n) Oker bei Rotemühle	1. Nov. 1891	vorhanden	0	6,22	19,59	37 170	mehrere 100	16,113 (m „ n)
o) Oker bei Hillerse	26. Jan. 1892	0	0	6,59	4,365	15 390	720	11,770 (n „ o)

Aus diesen Zahlen und vielen Hunderten anderen Analysen, die von Beckurts und R. Blasius in den letzten Jahren ausgeführt wurden, ergiebt sich die verhältnismäßige Reinheit des Okerwassers in dem oberen Laufe, die dauernde Verschlechterung desselben durch die beiden Städte Wolfenbüttel und Braunschweig, die zeitweise bedeutende Verschlechterung durch die Abwässer der Zuckerfabriken, die Selbstreinigung des Flusses sowohl bis oberhalb Wolfenbüttel hin, als auch zwischen Wolfenbüttel und Braunschweig, namentlich aber von Braunschweig bis zur Mündung der Oker in die Aller,

*) Nach den Angaben des Herrn Baurat Brinkmann in Braunschweig.

Ueber die Verunreinigung der Flüsse durch städtische Abwässer liegen zahlreiche andere Untersuchungen vor. Nach den Angaben Faraday's[10] war das Themsewasser bei London so verunreinigt, daß weiße Körper, die man 1855 untersinken ließ, trotz des hellsten Sonnenscheines einen Zoll unterhalb der Wasserfläche nicht mehr sichtbar waren. Eine zur Untersuchung der Flußverunreinigung ernannte englische Kommission führt noch schlimmere Fälle[11] an. Die Abwässer der Stadt Manchester gehen in den vorbeifließenden Irwill. Die Untersuchung des Flusses oberhalb und unterhalb der Stadt ergab folgende Resultate:

In 100000 Teile waren enthalten:

	Nahe dem Ursprung	Unterhalb Manchester
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen	7,80 Teile	50,75 Teile
Organischer Kohlenstoff	0,187 „	1,892 „
Organischer Stickstoff	0,025 „	0,264 „
Ammoniak	0,004 „	0,371 „
Stickstoff als Nitrat oder Nitrit	0,021 „	0,177 „
Chlor	1,15 „	8,73 „
Suspendierte organische Stoffe	— „	2,06 „
Suspendierte anorganische Stoffe	— „	2,10 „

Ueber den zunehmenden Gehalt an Mikroorganismen geben uns die Untersuchungen der Spree bei Berlin im Jahre 1883 durch R. Koch[12] ein lehrreiches Beispiel:

Ort der Entnahme	Keimzahl pro 1 Cbcm
Spree oberhalb Köpenik	82 000
Beim Stralauer Wasserwerk	125 000
Spree in der Stadt oberhalb der Einmündung der Panke . . .	940 000
Unterhalb der Einmündung der Panke	1 800 000
Spree bei Charlottenburg	10 180 000

Aehnliche Resultate ergaben Untersuchungen, welche angestellt wurden über die Verunreinigung des Rheins, der Pegnitz, der Seine durch die an ihnen liegenden Städte. Ausführlicher wird über diesen Gegenstand in dem Kapitel „Flußverunreinigung“ gehandelt.

Für die Gesundheit der Menschen ist der Genuß des mit Fäulnisstoffen oder mineralischen Giften versetzten Wassers direkt schädlich. Noch gefährlicher sind aber die pathogenen Mikroorganismen, welche durch die Exkremente den Quellen und Flüssen mitgeteilt werden und später, von den Menschen genossen, Infektionskrankheiten, wie Typhus, Cholera, Ruhr übertragen können.

Viele Typhus-Epidemien, so unter anderen die von Triberg[13] in den Jahren 1884 und 1885, Mainz[14] 1884, Clermont-Ferrand[15] 1886, Epinay-sous-Sénart[16], Klosterneuburg[17] 1886, Wackerow bei Greifswald[18], Hirschfelden[19] 1885 werden auf den Genuß von Trinkwasser zurückgeführt, das Typhusbacillen enthielt. Die letzte Cholera-Epidemie in Hamburg[20] und Nietleben[21] ist nach R. Koch durch den Genuß von kommabacillenhaltigem Trinkwasser veranlaßt worden. Auch die Ruhr scheint sehr oft durch das Trinkwasser weiter verbreitet zu werden[22].

Dies sind in kurzer Zusammenfassung die hauptsächlichsten Quellen, aus denen sich eine Verunreinigung der Städte herleitet.

Die vorstehend mitgeteilten Thatsachen sind wohl genügend, um die Notwendigkeit der Städtereinigung zu beweisen.

Es soll nun aber ferner gezeigt werden, daß eine sachgemäße Städtereinigung erfolgreich gewesen ist.

Nach Pettenkofer[23] hatte München von 1852—1859 eine Typhusmortalität von 2,42 pro mille. Die Verbesserung der Abtrittgruben und der Bau der Siele zur Entwässerung der Stadt begannen 1856—1859: von 1860—1867 wurde eine Typhusmortalität von 1,66 pro mille beobachtet. Die Arbeiten zur Reinhaltung des städtischen Untergrundes wurden unablässig fortgesetzt, dann ging die Typhusmortalität von 1880 an bis auf 0,17 pro mille herunter und war 1888 auf 0,10 pro mille der Lebendbevölkerung gesunken.

Nach Sander[24] kamen im städtischen Gebiete von Hamburg auf 1000 Gestorbene jährlich Typhustodesfälle für die 7 Jahre vor der Besielung (1838—1845): 48,5

für die 9 Jahre während des Fortschreitens der Besielung (1845 bis 1853): 39,5,

für die ersten 8 Jahre nach der vorläufigen Fertigstellung der Besielung (1854—1861): 29,9,

für die zweiten 8 Jahre (1862—1869): 22.

Ferner betrug 1872—1874 die Sterblichkeit an Darmtyphus auf 1000 Lebende im Durchschnitt für die völlig besielten Stadtteile 2,6; für die größtenteils besielten Stadtteile 3,2; für die nicht besielten ländlichen Distrikte 4,6.

Eine Besserung der Gesundheitsverhältnisse ist in sehr vielen Städten nach Einführung rationeller Städtereinigungssysteme beobachtet. — Nach Liévin[25] betrug z. B. die Sterblichkeit in Danzig in den 7 Jahren von 1863—1869 durchschnittlich 36,85 auf 1000 Lebende; nachdem 1869 und 1871 die neue Wasserleitung und die Kanalisation der Stadt eingeführt waren, sank die Gesamtsterblichkeit in den Jahren 1872—1876 auf 28,54 pro mille[26].

Eine ähnliche Besserung der Gesundheitsverhältnisse hat sich auch nach Buchanan[27] in 24 englischen Städten nach Einführung sanitärer Einrichtungen, wie Wasserversorgung und Städtereinigung, gezeigt.

Nach Durchführung der sog. „Sanitätswerke" („sanitary works"), also der Wasserversorgung und der Maßregeln zur Reinhaltung des Untergrundes nahm z. B. der Typhus in 21 Städten um 33—75 Proz. ab, während er in 3 Städten zugenommen hatte. Die Gesamtsterblichkeit, die vorher 24,7 auf 1000 Einwohner hatte, fiel auf 21,9 pro mille.

Letzhin hat Th. Weyl[28] die bedeutende Besserung des Gesundheitszustandes Berlins in eingehendster Weise studiert und auf die Einwirkung hygienischer Maßregeln, speziell der Kanalisation zurückgeführt. Seit 1876 [in diesem Jahre wurde in einem Teile Berlins (Radialsystem 3) die Kanalisation eröffnet] hat, wie Tabelle 1 ergiebt, die Gesamtsterblichkeit in Berlin deutlich und fast stetig abgenommen.

(Siehe Tabelle 1 S. 38.)

Noch sicherer wird die Besserung des Gesundheitszustandes der Stadt Berlin bewiesen durch Tabelle 2, welche die Sterblichkeit nach Altersklassen darstellt, und zwar aus den Jahren, in denen Volkszählungen stattfanden:

(Siehe Tabelle 2 S. 39.)

Für die Altersklassen von 0—1 und 0—5 Jahren, die ja immer das größte Kontingent der Gestorbenen stellen, tritt die Verminderung der Sterblichkeit in nachfolgender Weyl'scher Kurve I^A noch deutlicher hervor.

(Siehe Kurve I^A S. 39.)

Tabelle 1.

Gesamtsterblichkeit in Berlin in Promille der Einwohner.

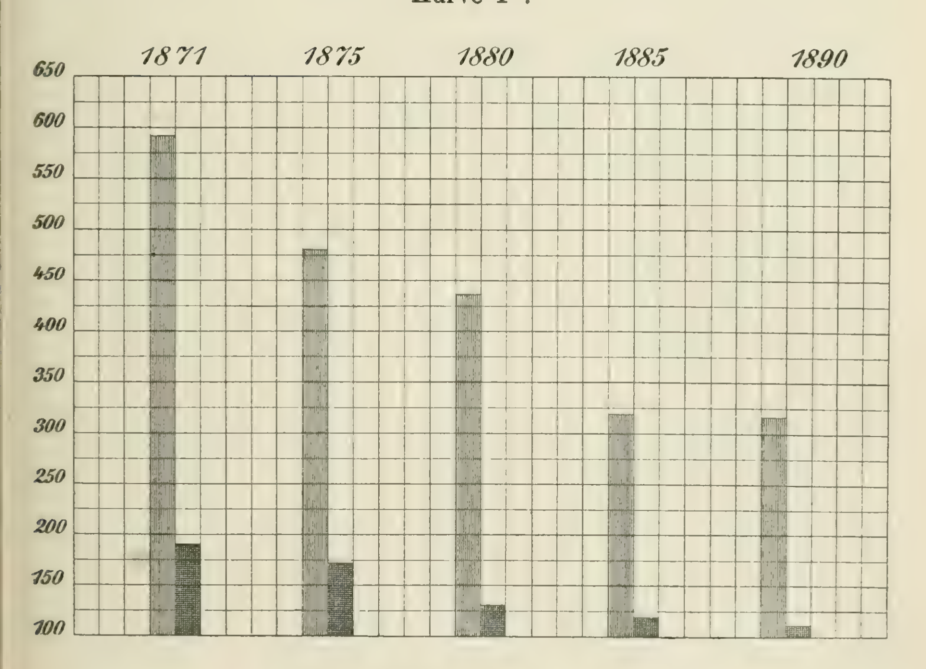
Jahr	Einwohner	Sterbefälle exkl. Totgeborene	Sterblichkeit pro 1000 Einwohner	Bemerkungen
1854	429 390 λ	10 305 ε	25,60 ε	Cholera (wenige Fälle).
1855	432 685 λ	12 328 ε	29,99 ε	Cholera.
1856	442 040 λ	10 889 ε	26,30 ε	
1857	449 610 λ	12 664 ε	30,16 ε	Cholera (wenige Fälle).
1858	458 637 λ	11 854 ε	28,03 ε	
1859	474 790 λ	12 163 ε	27,78 ε	Cholera (wenige Fälle).
1860	493 400 λ	10 988 ε	24,34 ε	
1861	547 571 λ	14 201 ε	28,18 ε	
1862	567 560 λ	14 044 ε	26,94 ε	
1863	596 390 λ	16 473 ε	30,21 ε	
1864	633 279 λ	17 848 ε	30,99 ε	
1865	657 690 λ	20 609 ε	33,80 ε	
1866	665 710 λ	26 305 ε	41,62 ε	Cholera.
1867	702 437 λ	18 668 ε	28,96 ε	ε Mit Benutzung von Boeckh:
1868	728 590 λ	23 531 ε	34,69 ε	Bewegung der Bevölkerung, S. 37.
1869	762 450 λ	20 193 α	26,48	λ Die Berliner Volkszählung von
1870	760 000 λ	22 984 α	30,24	1875, Heft I, S. 26 f.
1871	825 937 λ	30 756 α	37,24 π	α R. Boeckh, Bewegung der Be-
1872	864 300 λ	26 635 α	30,82	völkerung d. Stadt Berlin S. 39.
1873	900 620 λ	26 427 x	29,34	x ibidem S. 38.
1874	932 760 λ	27 423 x	29,39	π Pocken.
1875	966 858 λ	31 225 x	32,29	
1876	995 470 λ	29 185 x	29,32	
1877	1 010 946 ς	29 988 x	29,66	ς Die Anstalten d. Stadt Berlin f.
1878	1 039 447 ς	30 629 x	29,47	d. öffentl. Gesundheitspfl., Fest-
1879	1 069 782 μ	29 545 y	27,62	schrift f. d. 59. Vers. Deutscher
1880	1 122 330 δ	32 823 y	29,25	Naturf., S. 55.
1881	1 138 784 μ	31 055 y	27,27	δ Die Berliner Volkszähl. v. 1880,
1882	1 175 278 μ	30 465 y	25,92	Heft I, S. 65.
1883	1 212 327 μ	35 056 y	28,92	μ Die öffentl.Gesundheitspfl. d. Stadt
1884	1 250 895 μ	32 932 y	26,33	Berlin, Festschr. f. d. X. internat.
1885	1 291 359 μ	31 483 y	24,38	med. Kongr. 1890, S. 54.
1886	1 337 171 μ	34 293 y	25,65	y Statist. Jahrb. d. Stadt Berlin,
1887	1 386 562 μ	30 333 y	21,88	Bd. 15, S. 50.
1888	1 439 618 μ	29 294 y	20,35	
1889	1 495 151 ϰ	29 545 v	19,76	ϰ Auskunft d. städt. statist. Amt.
1890	1 548 279 ϰ	32 823 v	21,19	v Veröffentl. d. statist. Bureaus d. Stadt Berlin pro 1889 u. 1890.

Tabelle 2[28].

Von 1000 Lebenden starben in Berlin:

Altersklasse	1871	1875	1880	1885	1890
0—1	589,95	481,12	444,17	321,44	321,09
0—5	188,89	174,30	139,24	117,12	107,26
5—10	12,82	13,97	12,15	9,22	6,93
10—15	4,58	4,35	3,90	3,22	2,64
15—20	7,73	5,59	5,01	3,98	3,53
20—25	9,98	7,91	6,63	5,41	4,86
25—30	12,42	9,23	8,72	7,45	6,32
30—35	17,72	11,49	10,79	10,84	7,79
35—40	20,29	13,91	12,19	12,19	10,50
40—45	26,37	15,16	14,46	13,95	12,27
45—50	26,06	19,49	16,42	16,06	14,79
50—55	38,46	23,49	21,33	19,67	18,37
55—60	44,86	27,57	27,14	26,62	25,08
60—65	55,29	41,29	38,12	36,57	34,16
65—70	67,61	55,62	52,41	49,48	47,12
70—75	94,35	85,05	70,43	72,31	72,03
75—80	13,88	} 16,00	} 14,58	} 13,16	} 13,98
80—x	22,55				

Kurve I A.

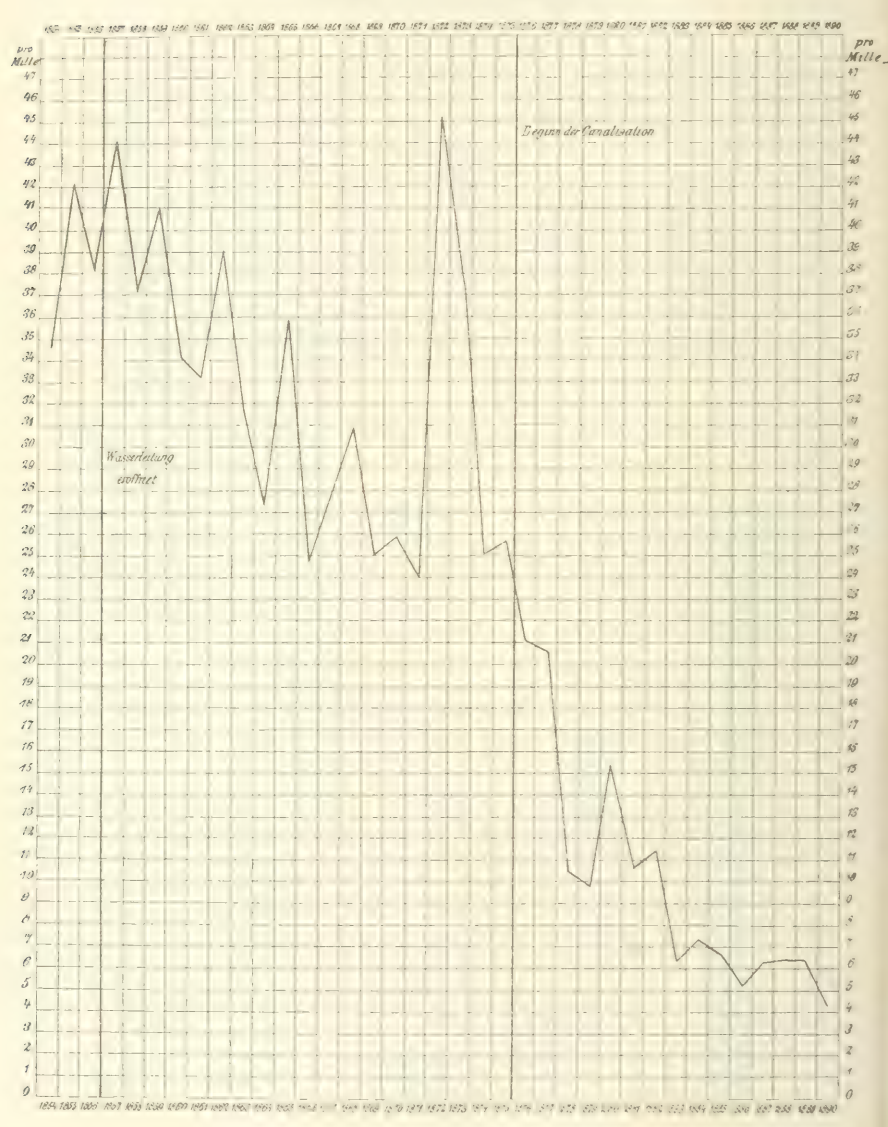


Kindersterblichkeit in Berlin.

Sterblichkeit der Altersklasse 0—1 (hell schraffiert) und der Altersklasse 0—5 (dunkel schraffiert) zu Berlin in den Volkszählungsjahren 1871, 1875, 1880, 1885, 1890 pro 1000 Lebende.

Endlich hat Weyl[28] eine Abnahme der Sterblichkeit 'auch für einzelne Krankheiten bewiesen. Am klarsten zeigt sich dies beim Typhus, wie untenstehende Kurve angiebt.

Typhus Sterblichkeit in Berlin 1854-1890
in Promille der Gestorbenen.



Auf 1000 Gestorbene kommen in dem Dezennium 1871—1880 23,05, im Dezennium 1881—1890 nur 7,13 Typhusfälle.

Aus dem Gesagten geht die Notwendigkeit der Städtereinigung wohl mit Evidenz hervor.

5. Schlufs.

Wie aus der historischen Entwickelung der Städtereinigung (S. 1 ff.) hervorgeht, sind eine große Menge von Städtereinigungssystemen erdacht worden.

Die Wahl des Systemes muß sich zwar nach den jeweiligen örtlichen und sozialen Verhältnissen richten, unter allen Umständen aber soll dasselbe folgenden hygienischen Anforderungen entsprechen:

1) Die übelriechenden Fäulnisgase müssen aus den Straßen und Wohnungen ferngehalten werden.

2) Grund-, Quell- und Flußwasser dürfen nicht verunreinigt werden.

3) Der Wohnboden darf nicht infiziert werden.

4) Die Krankheitserreger müssen zerstört oder unschädlich gemacht werden, sodaß weder durch die Abfallstoffe der Wohnungen, noch durch Straßenstaub, Brunnen- oder Flußwasser Infektionen stattfinden können.

5) Das Reinigungssystem darf unser ästhetisches Gefühl nicht verletzen.

Außerdem ist aus allgemeinen nationalökonomischen Rücksichten zu erstreben, daß

1) die Abfallstoffe, soweit keine gesundheitlichen Interessen geschädigt werden, möglichst für die Landwirtschaft zur Verwendung kommen, und

2) die Städtereinigung bei Erfüllung aller hygienischen Anforderungen möglichst billig eingerichtet wird.

Daß die Städtereinigung, wie sie nach dem Vorbilde Englands in den Kulturstaaten Europas, aber auch in den englisch sprechenden Ländern der übrigen Weltteile sich Anerkennung und Eingang zu verschaffen gewußt hat, die Gesundheit der Völker verbesserte und damit ihre Moralität erhöhte, wurde — soweit dies die vorliegenden Untersuchungen zu schließen gestatten — auf den vorangehenden Seiten erörtert.

So sind denn die großen Summen nicht vergebens aufgewandt, welche Staaten und Gemeinden auf Veranlassung weitblickender Aerzte, Verwaltungsbeamter und Techniker den Zwecken der Städtereinigung widmeten.

Die Assanierung der Städte war und bleibt die vornehmste Aufgabe der öffentlichen Gesundheitspflege.

1) *siehe* **Rubner**, *Lehrbuch der Hygiene, Leipzig und Wien* (1890) 343.

2) **Wolffhügel**, *Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strafsenkanäle und Abortgruben, Zeitschrift. f. Biol.* 11. *Bd.* 473 (1875); *siehe auch* **Fodor**, *Bodenhygiene, dieses Handbuch, Bd. I* 129 (1893).

3) **Rubner**, *Lehrbuch der Hygiene* 341.

4) **Erismann**, *Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Abtrittgruben und über die Wirksamkeit der gebräuchlichsten Desinfektionsmittel, Zeitschrift f. Biol.* 11. *Bd.* 233 (1875).

5) **Rubner**, *Lehrbuch der Hygiene* 347.

6) **R. Blasius**, *Was ist in Braunschweig zur Assanierung der Stadt geschehen? in Monatsbl. für öff. Gesundheitspflege* (1884) 180 *ff*.

7) **Erismann**, *Entfernung der Abfallstoffe, im Handbuch der Hygiene von* **v. Pettenkofer** *und* **v. Ziemssen** 97 (1882).
8) *idem*, 98.
9) **R. Blasius**, *Beiträge zur Landeskunde. Vortrag, gehalten im Verein für Naturwissenschaft zu Braunschweig am* 13. *April* 1893, *abgedruckt im Braunschweiger Tageblatt No.* 201 *vom* 30. *April* 1893.
10) **von Pettenkofer**, *Ist das Trinkwasser Quelle von Typhusepidemien? Zeitschr. f. Biol.*, 10. *Bd.* 498.
11) *Reports of the Commissioners appointed in* 1868 *to inquire the best means of preventing the pollution of rivers London* 1870 *and* 1871, *besprochen von* **Reich** *in V. f. ö. Ges.*, 3. *Bd* (1871) 278 *u. ff. und* 4. *Bd.* (1872) 409 *u. ff.*
12) **Rubner**, *Lehrbuch der Hygiene*, (1890) 381.
13) **Hauser** *und* **Kreglinger**, *Die Typhusepidemie in Triberg* 1884/85.
14) **Hellwig**, *Die Typhusepidemie in Mainz im Jahre* 1884.
15) **Brouardel** *und* **Chantemesse**, *in Ann. d'hyg. publ., XVII*, 385.
16) **Charrin**, *Ann. d'hyg. publ., XVII*, 520.
17) **Kowalski**, *Bericht über den* 6. *intern. Kongrefs f. Hygiene zu Wien.*
18) **Beumer**, *Dtsch. med. Wochenschr.* (1887) *No.* 28.
19) *Bericht über das Sanitäts- und Medizinalwesen im Reg.-Bez. Liegnitz pro* 1883 — 1885; *siehe auch* **v. Liebermeister's** *Abdominaltyphus, in* **v. Ziemssen's** *Handbuch der spez. Path. u. Ther.*, 2. *Bd.* 1. *Hälfte in Betreff älterer Beispiele.*
20) **R. Koch**, *Wasserfiltration und Cholera, Zeitschrift f. Hyg. und Infektionskrankh.* 14. *Bd. H.* 3 *S.* 393.
21) **R. Koch**, *Ibidem.*
22) **Uffelmann**, *Handbuch der Hygiene* (1890), 629.
23) **v. Pettenkofer**, *Ueber die Abnahme der Typhussterblichkeit in der Stadt München und über das Trinkwasser als angebl. Typhusursache, D. Viertelj. f. öffentl. Gesundpflg.* 6. *Bd.* 239.
24) **Fr. Sander**, *Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege, Leipig. S. Hirzel* (1877) 68.
25) *Dr.* **A. Liévin**, *Die Mortalität in Danzig während der Jahre* 1863—1869, *D. V. f. ö. G.*, 3. *Bd.* 355.
26) *D. Viertelj. f. öffentl. Gesundpflg.* 9. *Bd.* 350.
27) **Buchanan**, *Ninth Report of the medical officer of privy Council for* 1866, *London* 1867.
28) **Th. Weyl**, *Die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte, Jena, G. Fischer* (1893), 29 *und ff. Siehe auch die Diskussion der Berliner medizinischen Gesellschaft über* **Weyl's** *Buch in der Berliner klinischen Wochenschrift* 1893 *und* 1894.
29) *Siehe* **Fodor**, *Bodenhygiene (Register unter Grundluft) in Bd. I dieses Handbuches.*

ABFUHRSYSTEME.

BEARBEITET

VON

DR. R. BLASIUS,
PROFESSOR IN BRAUNSCHWEIG.

MIT 45 ABBILDUNGEN IM TEXT.

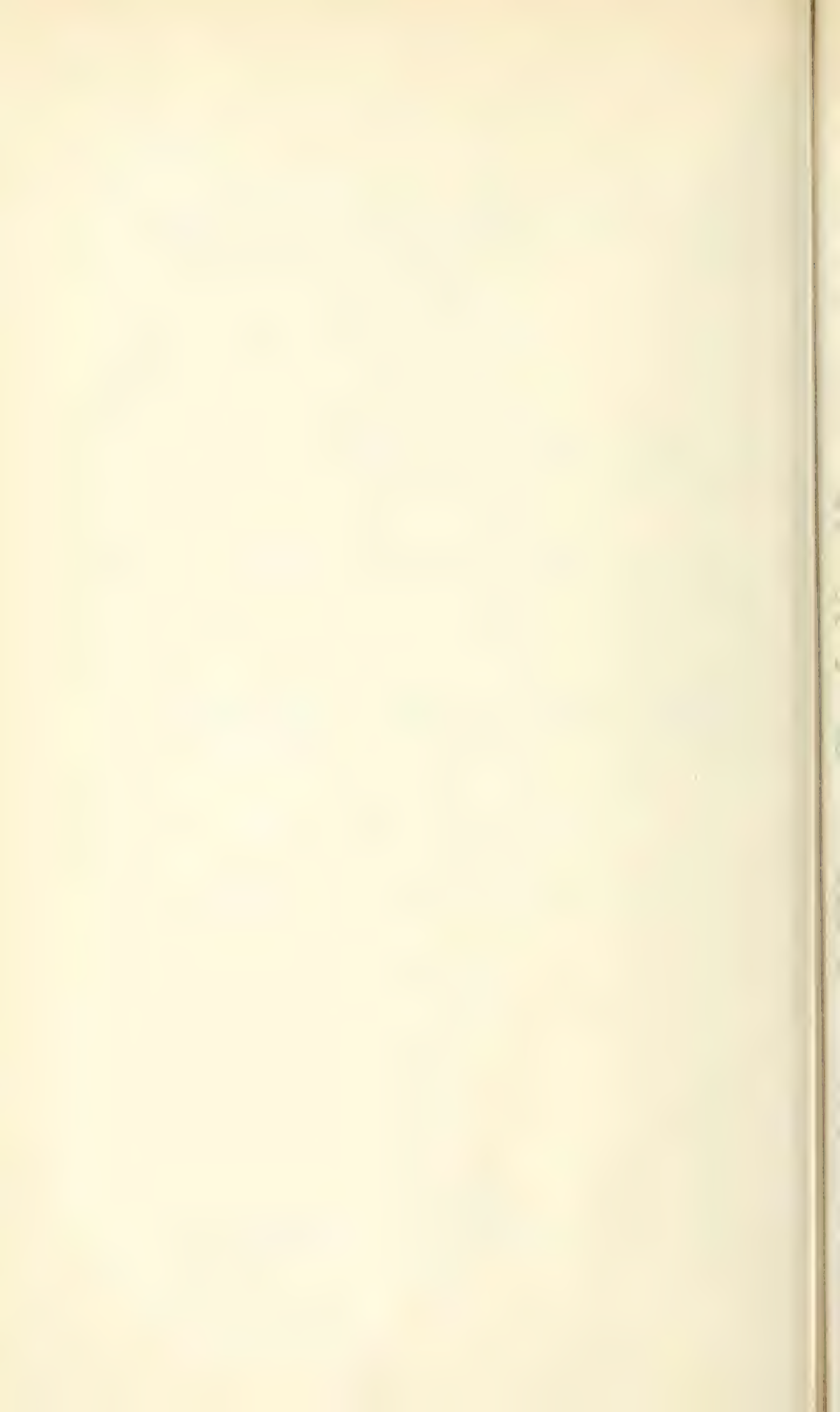
HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1894.



Zur Entfernung der menschlichen Exkremente aus den Städten sind, wie aus der Einleitung zur Städtereinigung zu ersehen, eine Reihe verschiedener Systeme erfunden worden.

Dieselben lassen sich in 2 große Gruppen bringen:

1) Die Abfuhrsysteme. Die Exkremente werden in nächster Nähe der menschlichen Wohnungen gesammelt und oberirdisch abgefahren.

2) die Kanalsysteme. Die Exkremente werden sofort in ein Kanalsystem eingeleitet und unterirdisch aus der Stadt entfernt.

Ueber die Trennsysteme, welche die Mitte zwischen Abfuhrsystemen und Kanalsystemen bilden, siehe in dem Abschnitt über Kanalisation.

I. Abfuhrsysteme.

In der mannigfachsten Weise hat man die Unannehmlichkeiten und Schädlichkeiten zu mildern gesucht, welche die Aufspeicherung der Exkremente in der Nähe der menschlichen Wohnungen mit sich bringen kann.

Die hierauf gerichteten Anstrengungen lassen sich in drei Gruppen bringen. Man unterscheidet dieselben als

A) Grubensysteme,
B) Tonnensysteme,
C) Klosettsysteme.

Bisweilen kommen verschiedene Systeme, z. B. Klosett- mit Gruben-, oder Klosett- mit Tonnensystemen verbunden vor. Wir werden diese Systeme dort aufführen, wohin sie ihrer hygienischen Beziehung nach gehören.

A. Grubensysteme.

Das Grubensystem besteht darin, daß die menschlichen Exkremente in der Nähe des Wohnhauses in einer Grube gesammelt und von Zeit zu Zeit aus dieser oberirdisch entfernt werden.

Man unterscheidet[1]:

1) Hauswassergruben, die nur Haus- und Regenwasser aufnehmen,

2) Senkgruben, denen außer diesem Wasser auch die Exkremente zugeführt werden, und

3) Abtrittsgruben, welche nur Exkremente, Faeces und Urin, eventuell mit Wasser verdünnt, bergen sollen.

Die Hauswassergruben pflegt man in kleinerem Maßstabe anzulegen, 40—50 cm in lichter Weite, höchstens 1,30 m tief. Sie müssen unbedingt wasserdicht in Klinkern und Cement hergestellt und mit einem engen Roste (dessen Stäbe höchsens 1 cm von einander entfernt sind) abgedeckt werden. Vom Brunnen muß die Grube einige Meter entfernt, außerdem mit einer 40 cm breiten, undurchlässigen Asphaltmörtelschicht umgeben sein, um eine Verunreinigung des umliegenden Erdbodens und damit des Wassers zu verhindern. Sehr häufiges Austragen resp. Ausbaggern der Hausgruben ist unbedingt erforderlich.

Hygienisch sind diese Hauswassergruben im oder in der Nähe des Hauses immer bedenklich, da 1) die Hauswasser, wie in der Einleitung auseinandergesetzt, eine Menge organischer, leicht in Fäulnis übergehender Stoffe enthalten, 2) pathogene Mikroorganismen mit sich führen können, 3) bei Ueberschwemmungen die benachbarten Brunnen und Keller gefährdet werden.

Senkgruben, die außer dem Haus- und Regenwasser auch die Exkremente aufnehmen sollen, welche dann natürlich mit Rohrleitungen der Grube zugeführt werden, richten sich in ihrer Größe nach der Menge der hineingelangenden menschlichen Exkremente und Abwässer, doch darf man die Größe von 1,50 m im Quadrat wenn möglich nicht überschreiten. Meistens zerfallen sie in eine Haupt- und Nebengrube. Die Hauptgrube wird wieder durch eine niedrige Wand in zwei Teile getrennt, deren einer die Abwässer mit den Exkrementen aufnimmt, während der andere schon ziemlich abgeklärtes Wasser enthält. An die Bauweise müssen wir dieselben Anforderungen stellen, wie sie weiter unten bei den Abortgruben geschildert werden.

Hygienisch sind die Senkgruben noch verwerflicher als die Hauswassergruben, weil die Exkremente in hohem Maße fäulnisfähig sind, pathogenen Keimen einen Nährboden darbieten und üble Gerüche erregen können.

Hygienisch ganz unhaltbar und unbedingt zu verwerfen sind die sogenannten Schwind- oder Versitzgruben, Gruben mit offenen Sohlen — also ohne Boden, in welche in der Regel nur die Abwässer des Hauses, zuweilen aber auch die Exkremente, namentlich der Urin, geleitet werden.

Der Inhalt sickert in die Umgebung der Grube durch und verunreinigt Boden, Wasser und Luft in der Nähe unserer Wohnungen. In Städten und größeren Flecken sind dieselben daher unbedingt zu verbieten, in Dörfern und bei einzelnen frei und isoliert gelegenen Wohnungen dürfen dieselben nur sehr weit von den Häusern angelegt werden.

Bei den Abtrittsgruben ist es in hygienischer Beziehung von Wichtigkeit, auf folgendes zu achten:

1) Lage und Bau.

2) Ventilation.
3) Desinfektion und Desodorierung.
4) Entleerung.

1. Lage und Bau.

Die Abtrittsgrube darf unter keinen Umständen unter bewohnten Räumlichkeiten sich befinden und darf nicht unmittelbar an die Mauer eines Wohnhauses anschließen. Von dem nächsten Brunnen muß die Grube mindestens 15 m entfernt sein, von der Straßenfluchtlinie mindestens 3 m und von der Nachbargrenze 1 m, falls nicht zwischen den Nachbarn ein in die Grundbücher einzutragendes Uebereinkommen besteht, die Gruben beider Grundstücke zusammenzulegen.

Die Grube muß für Flüssigkeiten absolut undurchlässig sein und auf festem, gewachsenem Untergrunde oder auf einem festen Fundamente hergestellt werden. Der Bau derselben darf erst nach Fertigstellung des zugehörigen Wohnhauses im Rohbau beginnen, damit keine nachträglichen Senkungen oder Risse der Grube eintreten. — Als Baumaterial wird am besten eine Eisenkonstruktion gewählt und diese in einem Raum mit Umgang so angebracht, daß man ihre Dichtigkeit von allen Seiten kontrollieren kann. — Ist genügendes Steinmaterial vorhanden, so genügt bei kleinerer Wohnung ein einziger Steinblock, der ausgehöhlt wird. Bei undurchlässigem Material ist eine Stärke der Wände und des Bodens von mindestens 10 cm, bei porösem Material ein innen ausgeglätteter, mindestens 1 cm dicker Cementmörtelverputz anzubringen. — Bruchsteine sind zur Herstellung der Gruben möglichst zu vermeiden; lassen sie sich nicht umgehen, so müssen Wände und Boden mindestens 50 cm stark sein und innen mit einem 2 cm starken Cementkalk-Mörtel verputzt werden. Meistens werden die Grubenmauern aus Ziegelsteinen hergestellt.

Nach Thorwirth[1a] werden am besten hartgebrannte und glasierte Backsteine in doppelter Schicht gemauert und zwischen beiden Schichten eine Lage plastischen Thones angebracht. Gruber[2] verlangt, daß die hart gebrannten Ziegel in Portland-Cement oder wenigstens Cementkalk-Mörtel vermauert werden. Außerdem können auch in heißen Teer getränkte Ziegel angewandt werden, die dann in Asphalt zu vermauern sind.

Die Dicke der Mauer muß mindestens eine Steinlänge betragen, der Boden aus mindestens 2 flachen, in den Stoßfugen überbindenden Ziegelschichten bestehen. Bei Herstellung der Wände aus Stampfbeton müssen Wände und Boden 30 cm stark sein.

Der Rauminhalt der Gruben soll möglichst gering sein, damit die Exkremente nicht zu lange Zeit in denselben aufgespeichert werden können. Für ein Ein-Familienhaus kann man 2,5 cbm, wenn mehrere Familien in einem Hause wohnen, 1,5 cbm für jede Familie rechnen.

Die Form der Abtrittsgrube kann eine kreisrunde, elliptische oder viereckige sein. Die letztere ist die wenigst günstige, da in den Ecken und Winkeln eine Leerung und Reinigung schwieriger ist; am besten sind daher die innen abgerundeten Formen mit muldenförmiger Vertiefung des Bodens.

Die Decke der Abtrittsgruben muß für Wasser und Luft möglichst undurchlässig sein. Bei kleineren Gruben ist ein eiserner oder steinerner Deckel, der gut eingepaßt ist, am besten. Nimmt man

starke hölzerne Bretter zum Decken, so müssen dieselben mit einer genügend starken Lehmschicht bedeckt werden. Bei größeren Gruben wird am besten eine Wölbung mindestens 1 Ziegelstein stark gemauert, diese innen 2 cm stark mit Cementmörtel verputzt und außen mit einer mindestens 15 cm starken, dichten Lehmschicht überdeckt. Im Mauerwerke ist mindestens eine 70 cm im Quadrat große Reinigungsöffnung zu lassen, die mit fest einzufalzendem, einfachem oder doppeltem, eisernem oder steinernem Deckel geschlossen werden kann.

Die neu hergestellten Abtrittsgruben dürfen erst nach behördlicher Prüfung ihrer Dichtigkeit in Benutzung genommen werden. Die Prüfung erstreckt sich zunächst auf eine sorgfältige Untersuchung der leeren Grube, dann wird dieselbe mit Wasser gefüllt und amtlich verschlossen. Wenn der Wasserstand nach 24 Stunden, abgesehen von der geringen Verdunstung, keine Senkung zeigt, darf die Grube in Benutzung genommen werden. Da gemauerte Abortgruben sehr schwer dicht zu halten sind, hat man in neuerer Zeit eiserne Fäkalreservoire konstruiert. Kleinere gießt man aus einem Stücke, größere werden aus einzelnen Gußplatten zusammengesetzt. In neuester Zeit hat man in St. Petersburg cylindrische Reservoire aus verzinktem Eisenblech hergestellt, die billiger zu stehen kommen, als gemauerte Gruben.

2. Ventilation.

Jede Abtrittsgrube muß ventiliert werden. Die unzweckmäßigste, leider noch vielfach stattfindende Lüftung der Gruben besteht darin, daß durch den durchlässigen Deckel die äußere kältere Luft auf die Grubenluft drückt und diese durch das Fallrohr und den Abtritt in die Wohnungen hineindringt. Verschlimmert wird dieser Zustand noch dadurch, daß man auf die Abtrittsgrube ein Dunstrohr aufsetzt, und die kalte Außenluft durch dieses hindurch die stinkenden Grubengase nach dem Innern der Wohnungen drängt.

Die beste Art der Ventilation und zugleich die einfachste hat Pettenkofer[3] angegeben. Das Fallrohr wird über das Dach hinaus verlängert und, wenn möglich, im obersten Teile mit einer Wärmequelle (Gasflamme) versehen. Das Abtrittsfenster wird offen und der Deckel der Senkgrube möglichst hermetisch verschlossen gehalten. Dann tritt die kalte Außenluft in das Abtrittsfenster ein, geht durch das Brillloch in das Klosett, von hier in das Seitenrohr und dann mit der von hinten nachdrängenden Luft und dem von unten von der Grube aufsteigenden Gasen im Fallrohre nach oben bis über die Dachfirste hinaus in die freie Atmosphäre. Das Abfallrohr muß bis oben zum Dache hinaus denselben Querschnitt haben und darf niemals soweit in die Grube hinabragen, daß es durch Grubeninhalt verschlossen werden könnte.

d'Arcet[4] hat zur Lüftung vorgeschlagen, vom Scheitel der Grube aus ein Ventilationsrohr über das Dach hinauszuführen und entweder an einen Küchenschornstein zu legen oder direkt durch Feuerung oder Gasflamme zu erwärmen. Bei offenen Abtrittssitzen findet dann ein fortwährendes Einströmen von oben durch das Fallrohr nach der Grube und von dieser durch das Ventilationsrohr nach oben über das Dach hinaus statt. Bei regelmäßiger Erwärmung des Ventilationsrohres und völlig dichtem Grubenverschlusse wirkt diese Ventilation sehr gut.

Alle übrigen Versuche, ohne Einbeziehung des Klosetts und Fallrohrs zu ventilieren, sind immer resultatlos verlaufen.

Näheres über Lüftung der Abtrittsgruben (Aborte und Abortröhren etc.) siehe in Handbuch der Architektur, 3. Teil, 5. Bd. S. 295 im Kapitel 22 über Lüftung der Aborte von Dr. Eduard Schmitt. Namentlich die technische Seite der Ventilation ist hier eingehend unter Zuhilfenahme zahlreicher Zeichnungen behandelt.

3. Desinfektion und Desodorierung.

Unter Desinfektion der Gruben versteht man die Vernichtung sämtlicher in den Gruben enthaltenen Mikroorganismen. Diese läßt sich erreichen durch genügenden Zusatz 1) von roher Salzsäure, 2) von Kalkmilch bei guter Durchmischung des ganzen Grubeninhalts mit dem Desinfektionsmittel.

Von roher Salzsäure muß so viel zugesetzt werden, daß die ganze Masse intensiv sauer reagiert (blaues Lackmuspapier stark und dauernd rötet), von Kalkmilch so viel, daß der durchmischte Grubeninhalt stark alkalisch reagiert (rotes Lackmuspapier muß von dem Gemenge des Grubeninhaltes und der Kalkmilch dauernd gebläut werden). Am besten ist es, sich die Kalkmilch unmittelbar vor dem Gebrauche selbst zuzubereiten. Bei zugedeckten Abtrittsgruben wird die Desinfektion sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein, da man nicht an alle Stellen des Grubeninhalts mit den Rührapparaten gelangen kann und dadurch eine vollständige Vermischung nicht erreicht wird.

Ausführlicheres über Desinfektion siehe in Bd. IX dieses Handbuchs.

Die Desodorierung hat mit der Desinfektion nichts gemein, da erstere ohne die letztere erfolgt sein kann. Die Desodorierung geschieht dadurch, daß man entweder I) die gebildeten übelriechenden Gase zerstört oder die Zersetzung des Grubeninhalts so modifiziert, daß sich keine übelriechenden Gase mehr bilden, oder II) mechanische Einrichtungen trifft, die eine Entwickelung übler Gerüche verhindern oder verlangsamen. Demnach werden angewandt ad I:

a) eine Reihe von Chemikalien, welche die übelriechenden Gase binden und die Fäulnis durch Zerstörung der Fäulnisbakterien hemmen,

b) einige poröse feinpulverige Substanzen, welche die Flüssigkeiten aus dem Grubeninhalt aufsaugen und gewisse chemische und antibakterielle Einflüsse ausüben.

a) Von Chemikalien sind folgende zu nennen:

1. Eisenvitriol.

Am besten wird es in einer Lösung von 1 Teil Eisenvitriol auf 1,6 Teile Wasser angewandt. Nach Pettenkofer genügen 25 g pro Person und Tag bei frischen Fäkalien. Dieselben werden durch Eisenvitriol sauer gemacht, das kohlensaure Ammoniak wird in schwefelsaures Ammoniak verwandelt, das Schwefelwasserstoffgas und Schwefelammonium durch Bildung von schwefelsaurem Ammoniak und Schwefeleisen und das freie Ammoniak durch die stets vorhandene freie Schwefelsäure gebunden. Der Ueberschuß an Säure, der immer vorhanden ist, wirkt hemmend auf die Weiterentwickelung der Bakterien. — Das Mittel ist relativ billig, ein Kilo kostet 4—5 Pfg. Unangenehm ist der Zusatz von Eisenvitriol für die spätere Verwendung des Grubeninhalts zur Düngung, da das Eisenoxydul für einige Kulturpflanzen giftig wirkt und derartiger Dünger daher erst vor der Anwendung längere Zeit an der Luft kompostiert

werden muß, um durch den aufzunehmenden Sauerstoff das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandeln zu lassen. Eisenvitriol ist ein unzuverlässiges Desinfektionsmittel.

2. Rohes Manganchlorür

wirkt ähnlich wie das Eisenvitriol, bindet Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium und das Ammoniak. Ein Kilo kostet ca. 20 Pf.; die rohe Lauge würde noch bedeutend billiger zu erhalten sein. Es wirkt nur in saurer oder alkalischer Lösung sicher desinfizierend.

3. Rohes Kaliumpermanganat.

Nach Flügge[5] „wirkt dasselbe energisch auf Bakterien, oxydiert Schwefelwasserstoff und andere übelriechende Stoffe, und das entstehende Manganoxyd bindet außerdem Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium". Ein Kilo kostet 55 Pf. Wirkt nur in saurer oder alkalischer Lösung sicher desinfizierend.

4. Rohe Karbolsäure

würde erst in 5-proz. Lösung, den Fäkalien zu gleichen Teilen zugesetzt, die Entwickelung der Bakterien hemmen. Die Anwendung einer derartig konzentrierten Lösung findet aber eigentlich niemals statt. Die schwachen Karbolsäurelösungen, welche meistens Verwendung finden, dienen nur dazu, die „üblen Gerüche durch den eigenen unangenehmen Geruch zu verdecken." Ein Kilo kostet 49 Pf.

5. Eine Reihe von Stoffen, die teils für sich allein, teils in Gemengen untereinander zu besonderen Desinfektionsmethoden verwandt wurden. Dahin gehören u. a.: gebrannter Kalk, Kalksuperphosphat, Zinkvitriol, Dolomit, Magnesiumchlorür, Thonerde, Eisenoxydhydrat, Kohle und Teer.

6) Von den besonderen Verfahren, die auf Zusatz solcher Stoffe teils schon in den Klosetten, teils erst in der Grube beruhen, seien hier nur die folgenden erwähnt, indem wir auf die ausführlicheren Darlegungen im Handbuch für Architektur, 3. Teil, 5. Bd. 272 ff. und 249 ff. verweisen.

α) Süvern'sches Verfahren.

Die Süvern'sche Masse gewinnt man dadurch, daß man gelöschten Kalk (100 Teile Kalk mit 300 Teilen Wasser) mit 8 Teilen Teer und 33 Teilen Magnesiumchlorid versetzt. Vermischt man die Faeces mit dieser Masse, so bildet sich ein flockiger, schlammiger Niederschlag, den man sich absetzen läßt. Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit läßt man oberflächlich ablaufen, der abgesetzte Schlamm wird aus den Gruben abgefahren.

Die Magnesia bildet mit der in den Exkrementen vorhandenen Phosphorsäure Tripelphosphatsalze, der Teer soll durch Karbolsäurebildung (?) die Fäulnis zurückhalten, der Kalk wirkt direkt desinfizierend, d. h. bakterienzerstörend.

Nur wenn derselbe in reichlichem Ueberschusse den Exkrementen gegenüber vorhanden ist, erhält man befriedigende Resultate und kann den Ablauf des Klärwassers in die Flußläufe gestatten.

Ueber die Anwendbarkeit des Süvern'schen Verfahrens sind die Ansichten geteilt.

Nach Heiden[6] „ist die Süvern'sche Desinfektionsmasse nur da verwendbar, wo die Fäkalien stark mit Wasser verdünnt sind, mithin bei dem Kanalwasser und dem mit vielem Wasser verdünnten Grubeninhalt. Die Erfahrung lehrt, daß die Flüssigkeit durchaus nicht so weit gereinigt ist, daß sie ohne Gefahr in öffentliche Wasserläufe gelassen werden kann und daß die sich absetzende Masse, welche durch den Zusatz den Dungwert fast ganz verloren hat, vom Landwirt nicht gekauft wird."

Nach Grouven[7] wirkt das Süvern'sche Verfahren gerade am besten in stark verunreinigtem, konzentriertem Kloakenwasser. Der Stickstoff geht zu $^1/_3$ in den Niederschlag über, wenn Ammoniak gebildet wurde und das Kanalwasser sich bereits in Gärung befand; $^1/_3$ verdunstet als Ammoniak, $^1/_3$ geht mit dem gereinigten Wasser als Harnstoff fort. Die Magnesia bindet Phosphorsäure, Kohlensäure und Ammoniak als phosphorsaure und kohlensaure Ammoniak-Magnesia. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium werden durch die Alkalien gebunden, riechen nicht und werden durch Oxydation aus dem Wasser entfernt. In dem abfließenden geklärten Wasser verwandeln sich durch Luftzutritt das Calciumsulfid in unterschwefligsauren Kalk und in schwefelsauren Kalk. Der Rest des Kalkes scheidet sich als kohlensaurer Kalk am Boden ab.

Nach Grouven soll der Versuch 1867 in Leipzig befriedigende Resultate geliefert haben, die Kanalluft soll gereinigt gewesen sein und nur schwach nach Ammoniak und Teer gerochen haben, das Wasser soll rein abgeflossen sein.

Der Wert des Düngers stellte sich im stark getrockneten Zustande pro 100 kg auf fl. 0,46, vertrug daher keinen weiteren Transport.

In verschiedenen öffentlichen Anstalten wurde das Verfahren durchgeführt, so z. B. im Heidelberger akademischen Krankenhause[8]. 1869 wurden in Berlin in größerem Maßstabe Versuche damit gemacht und die Einführung im Leipziger Barackenhospital beschlossen.

O. Hausmann[9] untersuchte die Wirkung des Mittels auf Kanalwasser und fand, daß die Entwickelung von Vibrionen auf 4—6 Wochen vollständig zurückgehalten wurde.

Auch zur Desinfektion von Schmutzwässern, speziell von Abwässern von Zuckerfabriken, wurde die Süvern'sche Desinfektionsmethode mit Erfolg angewandt, wie dies namentlich in einem amtlichen Gutachten von Delbrück[10] dargelegt wird. Die Versuche von Hausmann und Delbrück stammen aber aus der Zeit vor den Reinkulturen und sind deshalb nicht entscheidend.

Nur wenn strenge Kontrolle ausgeübt wird, und wenn man den Betrieb übersehen kann, ist das Verfahren, namentlich bei reichlichem Ueberschusse von Kalk, zu gestatten.

Das Süvern'sche Verfahren dürfte aber dann kaum wirkungsvoller sein als die bloße Anwendung von Kalk und wäre hiernach entbehrlich.

Eine exakte, mit Hilfe der neueren bakterioskopischen Methoden

angestellte Untersuchung über die Wirksamkeit des oben geschilderten Verfahrens scheint zu fehlen.

β) Friedrich's Verfahren (siehe Fig. 1—5 auf S. 51).

Dasselbe ist seit 1880 bekannt. Zum Klären und zum Desinfizieren wird ein Gemenge von Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Kalkhydrat und Karbolsäure benutzt. Dieses befindet sich in einem Korbe aus Drahtgewebe, der in einem Kasten aus Eisenblech steht, und wird durch stark mit Luft imprägniertes Wasser aufgerührt und zu einem Desinfektionswasser angemischt. Ein derartiger Apparat ist entweder central im Hause anzulegen (wie das in Fig. 1 zu sehen ist) und zur Abgabe an die einzelnen Klosetts, Pissoirs, Gruben etc. heranzuziehen, oder er wird für jedes Klosett besonders aufgestellt (Fig. 2 hoch über dem Sitzbrett, Fig. 4 dicht hinter dem Sitzbrett) oder bei der Grube angelegt, die die Abwässer des ganzen Hauses aufnimmt (Fig. 5). In Schulen und öffentlichen Gebäuden benutzt man einen Kastenrührapparat (Fig. 3), der mit den Tragklosetts in Verbindung steht.

Die Funktion des Apparates ist sehr sinnreich erdacht. Sobald das Klosett benutzt wird, sinkt der Wasserstand in dem Blechkasten und damit ein Schwimmer, der selbstthätig den Hahn der Wasserleitung öffnet. Das Wasser derselben läuft zu, passiert eine Art Wassertrommelgebläse, nimmt reichlich atmosphärische Luft auf und reißt durch Aufwallen und Ausspülen Desinfektionsmasse aus dem Drahtkorbe mit sich. Die mit dem Desinfektionswasser gemischten Exkremente werden durch eine Röhre in die Senkgrube geleitet und setzen sich dort ab. Wenn nötig, wird das über dem Niederschlage erscheinende Wasser noch in mehreren Klärbassins abgeklärt und dann in die Kanäle abgelassen. Der Schlamm aus der Grube und den eventuellen späteren Klärbassins muß abgefahren werden.

Namentlich in Leipzig wurde das Verfahren allgemein eingeführt; man hat aber auch in vielen anderen Städten, z. B. in Braunschweig, bei einzelnen Häusern, Krankenanstalten u. s. w. Versuche damit gemacht. Pro Kopf und Jahr rechnet man eine Ausgabe von 40—90 Pf. für das Desinfektionsmittel.

Nur bei sorgfältigster Kontrolle, z. B. in einzelnen Häusern oder Krankenanstalten, ist das Verfahren zulässig, aber bei Berechnung der Anlagekosten ziemlich teuer.

Am bequemsten läßt sich das Mittel anwenden, wenn Wasserleitung im Hause vorhanden ist. Fehlt diese, so muß man das Desinfektionsmittel im nassen Zustande dem Grubeninhalte zusetzen.

Nach Hüllmann[11], der die Methode von Friedrich in Plagwitz eingehend bespricht, ist schon 6 Jahre vorher, 1874, von Herrn J. von Valmagini ein sehr ähnliches System erfunden, das aber, soweit bekannt geworden, nirgends zu besonderer Geltung gelangte.

Außerdem sind folgende Verfahren zu erwähnen, die eine geringere Verbreitung gefunden und auch wissenschaftlich hygienisch keiner eingehenden Untersuchung unterworfen wurden:

γ) Zeitler'sches Verfahren. Dasselbe ist dem Friedrich'schen sehr nahe verwandt. Das Desinfektionsmaterial ist im oberen Geschosse oder auch in gleicher Höhe mit dem Abtrittstrichter in einem schmiedeeisernen Kasten untergebracht, der mit einem Schwimmkugelhahn ausgestattet ist. „An diesen schließt sich ein Knierohr an, dessen hori-

zontaler Schenkel mit kleinen Oeffnungen versehen ist, die das zufließende Wasser ausströmen lassen und so das im Kasten befindliche, sehr leicht bewegliche Desinfektionsmaterial aufwirbeln. Das mit letzterem geschwängerte Wasser fließt durch ein senkrecht absteigendes Rohr in das Abtrittsbecken". (Näheres deutsche Bauzeitung 1879, S. 225).

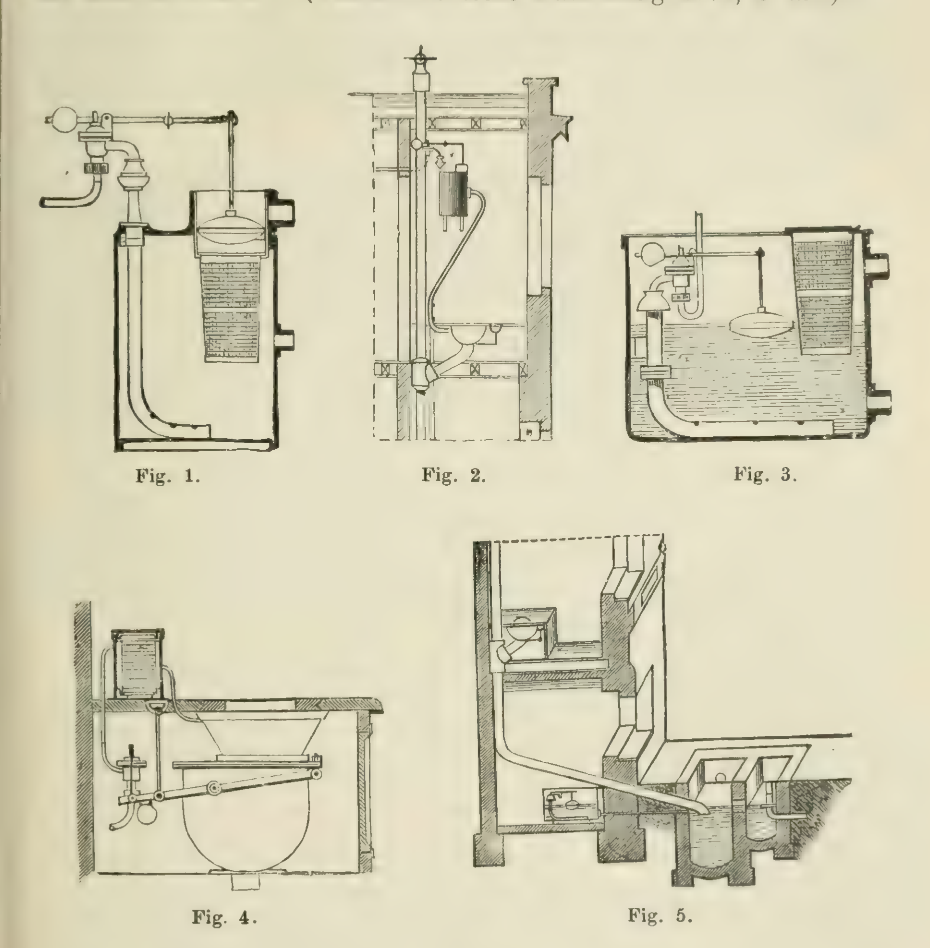


Fig. 1. Central-Rührapparat zu **F r i e d r i c h ' s** Desinfektion.
Fig. 2. **F r i e d r i c h ' s** Desinfektions-Leitung.
Fig. 3. **F r i e d r i c h ' s** Separat-Klosett-Desinfektions-Apparat
Fig. 4. Kasten-Rührapparat für gröfsere Gebäude.
Fig. 5. Rührapparat im Niveau von **F r i e d r i c h ' s** Desinfektionsgruben.

δ) Wilhelmy's Verfahren.

Dasselbe ist sehr ähnlich dem F r i e d r i c h'schen Verfahren, nur werden die Fäkalien mit den Chemikalien (Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Kalkhydrat und Karbolsäure) in einer Vorgrube gemischt und von hier aus 2 mal wöchentlich in eine größere Grube übergelassen. — Auch diese Desinfektion ist unsicher und nur bei sorgfältigster Kontrolle von einigem Werte.

ε) Hartmann's Desinfektionseinrichtung ist ähnlich der Süvernschen, unterscheidet sich aber dadurch, daß der Apparat in einer Grube außerhalb des Gebäudes oder im Souterrain aufgestellt und die Desinfektionsmasse verbessert ist. Dieselbe besteht aus Eisenoxydhydrat, Thonerdehydrat, Karbolsäure, Aetzkalk und Chlormagnesium.

ζ) Jenning's Desinfektor. Als Desinfektionsmittel wird Aluminiumchlorid benutzt, das in konzentrierter Lösung in einem Behälter über dem Abtrittssitze aufbewahrt wird. Beim Ziehen der Griffstange erfolgt erst Spülung mit reinem Wasser, dann selbstthätig mit dem Desinfektionsmittel.

η) Verschiedene Methoden, die keine Desinfektionswasserleitung voraussetzen. Der Desinfektor ist im Abortraum zwischen Spülhahn und Abortbecken angebracht. Dahin gehören die Einrichtungen von Grumbkow & Co. (Rohrleger 1879 S. 59) in Berlin nach dem System Tuch und Wilhelmy, H. Langstone Jones in London, O. Rössemann in Berlin (D. R.-P. No. 6586), Warner in Stowmarket (D. R.-P. No. 14230), Mahlow in Berlin (D. R.-P. No. 8834 und 10492), Röber in Dresden und Gläser in Berlin (D. R.-P. No. 9247), Th. Goodson in Berlin (D. R.-P. No. 9247), E. J. Mallet jun. in New-York (D. R.-P. No. 10296).

ϑ) Verfahren von Hennebutte und Vauréal.

Nach Heiden[12] schließt sich dies Verfahren dem ABC-Prozesse (der später bei der Lehre von der Flußverunreinigung besprochen werden wird) an. Wird auf Abortgruben angewandt, in denen Fäkalien längere Zeit sich ansammeln und mit Wasser aus Nachtgeschirren, Waschgeschirren, Küche etc. gemischt werden.

Nachdem durch Metallsalze der Latrinengeruch (namentlich der Schwefelwasserstoff) gebunden ist, werden Kalk, schwefelsaure Thonerde u. s. w. zugesetzt und die Masse in eine wässerige Lösung und einen Bodensatz gesondert. Der Bodensatz wird in Filterpressen gedrückt und in trockene Kuchen verwandelt, die Flüssigkeit auf Ammoniak destilliert und dieser an Schwefelsäure gebunden.

ι) Verfahren von Desbrousses.

Fr. Emery Desbrousses schlug 1880[13] vor, den Grubeninhalt mit Petroleum zu mischen und zwar in einer Mischung von $^1/_2$ l Petroleum auf 35—40 l Wasser. In einigen französischen Kasernen wurde dies Verfahren ausgeführt.

Alle die unter α—ι geschilderten Methoden bedürfen der wissenschaftlichen Prüfung.

Eine große Menge anderer Reinigungsverfahren, die sich möglicherweise auch auf Abrittsgruben anwenden ließen, werden wir später bei der chemischen Reinigung des Kanalinhalts kennen lernen.

b) Von den porösen, feinpulverigen Substanzen sind gepulverte Holzkohle, trockene Erde, Torfmull und Asche zu erwähnen. Die Wirkung derselben besteht darin, daß Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium sich gar nicht, und Ammoniak nur in geringer Menge bilden. Die Entwickelung der Bakterien wird bei einigen ge-

hemmt, bei anderen gar nicht gestört, im Gegenteil gedeihen dieselben zum Teil in der porösen Masse ausgezeichnet und befördern die Verwesung der organischen Stoffe bedeutend. In dem unvermischten Gemenge von Faeces und Urin gehen die pathogenen Mikroorganismen viel rascher zu Grunde, als in den mit Holzkohle, Asche oder Erde gemischten Exkrementen. Nur bei dem Torfmull ist neuerdings eine direkt antibakterielle Wirkung nachgewiesen. Näheres über die Anwendung von Erde, Asche und Torfstreu folgt später bei den Klosettsystemen.

2. Von den mechanischen Einrichtungen, welche eine üble Geruchsentwickelung der Faeces verhindern, sind zu erwähnen:

a) *Die Versuche in der Grube die flüssigen von den festen Exkrementen zu trennen.*

1) Diviseur von Gourlier, 1788 vorgeschlagen, zur praktischen Geltung gebracht nach Kaftan[14] durch Payen und Dalmont im Jahre 1834. Nach Kaftan ist die Einrichtung folgende: „Der untere Teil des Fallrohres endet in einem durchlöcherten Blechcylinder, der unten mit einer drehbaren Klappe verschlossen ist. Die flüssigen Dejekte finden ihren Ausweg durch die Löcher des Cylinders in ein weites, den ersteren umhüllendes, Rohr und von da in 2 oder mehrere terrassenförmig untereinander angeordnete Bottiche, welche durch mit Oeffnungen versehene horizontale Zwischenwände in je 2 Abteilungen getrennt werden. Das Zuflußrohr reicht durch die Zwischenwand stets bis in die untere Abteilung, wogegen der Ablauf über dem durchlöcherten Zwischenboden ausmündet und wieder bis unter den Siebboden des nächsten Gefäßes reicht. Die obere Abteilung kann mit einem Filtermateriale angefüllt werden. Die liquiden Stoffe durchlaufen nun diese Filterbottiche, um in gemauerte Sammelgruben abzufließen, während die festen durch die Klappe in dem Siebcylinder zurückgehalten werden und, nachdem sie ein gewisses Gewicht erlangt, durch Drehung der festen Achse der Klappe in das tiefer liegende Gefäß heruntersteigen. Das letztere ist mittels eines Rohres mit einem weiten, höher liegenden Gefäße verbunden, das zur Aufbewahrung von Torferde, Kalkpulver u. s. w. dient und dieselben nach Oeffnung einer Klappe herabfallen läßt und damit die festen Exkremente bedeckt. Dieser Apparat wurde im Hospitale zu Bicêtre angewendet, doch wegen seiner schwierigen Handhabung wieder aufgegeben.“

2) Diviseur von Dugleré. Dieser besteht aus einer aus scharf gebrannten Ziegeln ($1-1^1/_2$ Stein stark) oder aus harten, kieselhaltigen Steinen in hydraulischem Mörtel hergestellten Grube, deren Sohle, mindestens 0,3 m stark, am besten aus zwei Lagen von flachen, harten Bruchsteinen in Cementmörtel oder Gipsguß bestehend, von vorn nach hinten eine Neigung von 5 cm auf 1 m Länge hat.

Durch eine durchlöcherte, aus Ziegeln in Cementmörtel hergestellte vertikale Scheidewand *C* (Fig. 6 S. 54) wird die Grube in 2 Teile *A* und *B* geteilt, eine vordere obere größere und eine hintere untere kleinere. Die Scheidewand hält die festen Teile zurück, die flüssigen fließen durch und gelangen entweder durch ein Rohr *o* aus dem tiefsten Teile der kleineren Abteilung direkt in die öffentlichen Leitungen, oder werden, wenn dies nicht gestattet ist, von Zeit zu Zeit ausgepumpt und abgefahren. Oben

ist die Grube mit 2 konzentrischen, halbziegelstarken Ringen in hydraulischem Mörtel gewölbt, mit einem Einsteigeschacht und einem Dunstrohr zur Ventilation versehen. In Lyon gelangten aus diesen fosses fixes à diviseurs die flüssigen Massen direkt in die städtischen Straßenkanäle. Im Hôtel du Louvre in Paris, für welches 25 dieser separateurs oder grands diviseurs aufgestellt wurden, flossen sie in besondere Behälter. Auch in Deutschland hat nach Kaftan[15] dieses System vielfach Verbreitung gefunden. Die Gruben wurden aber oft erst nach 1—5 Jahren geräumt. Hierbei ereigneten sich mehrfache Todesfälle bei den mit der Reinigung beschäftigten Arbeitern. Außerdem zeigten sich bedenkliche Verunreinigungen des Untergrundes in der Nähe der Gruben. Aus diesen Gründen ging man zu anderen Methoden über.

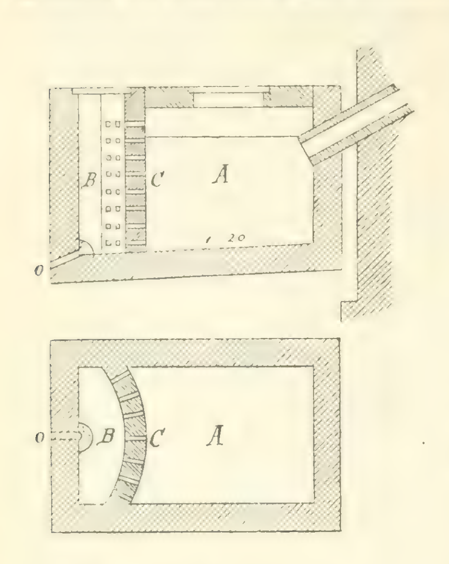


Fig. 6. Diviseur von Dugleré.

Raschdorff[15a] hat in Köln im Munizipalgefängnis das Dugleré'sche System mit einigen Abänderungen angewandt.

3) Chesshire's intercepting thank. Nach Cameron[16] und Parkes[17] besteht dieser aus einem eisernen Behälter, der in einer Ecke des oberen Umfanges das Zuleitungsrohr eines Wasserklosetts aufnimmt, an der entgegengesetzten Ecke des Bodens das Abzugsrohr für die Flüssigkeiten austreten läßt. Vor der Abgangsstelle dieses Rohres ist ein durchbrochenes Gitter angebracht, hinter dem noch eine Lage grober Kohle und Asche sich befindet, welche ebenfalls von der Flüssigkeit passiert werden muß. Der Behälter wird so groß konstruiert, daß er die festen Abgänge eines Hauses für mehrere Monate aufnehmen kann.

4) Taylor's Apparat. Derselbe besteht nach Parkes[18] aus einem Recipienten mit einer scheibenartigen Platte, die nach der Zahl der Personen zwischen $3^1/_2$ bis $4^1/_2$ Fuß Durchmesser variiert. Diese dreht sich beim Gebrauche der Aborts; der Urin läuft nach unten ab, während der Kot an der Scheibe haften bleibt.

5) Baudin's patent apparatus besteht nach Cameron[19] aus einem konischen Eisendrahtbehälter, der mit dem breiten Teil nach unten in einem Cylinder von durchbrochenem Metall steckt. Dieser Cylinder ist von einem wasserdichten eisernen Cylinder, welcher mit einem cisternenartigen Recipienten in Verbindung steht, umgeben. Der Raum zwischen dem konischen Drahtbehälter und dem inneren Cylinder ist mit Sägespähnen gefüllt, die mit antiseptischen Substanzen durchtränkt sind. Die Exkremente fallen zunächst in den Konus, hier wird das Feste zurückgehalten, das Flüssige, filtriert durch die Sägespähne, wird beim Passieren desinfiziert (?), gelangt dann in den äußeren Cylinder und endlich in die unten stehende Cisterne, die abnehmbar ist.

6) Eine Verbindung des d'Arcet'schen Systems mit dem der

Trennung war in der (früher Dr. Reimer'schen) jetzt Dr. Kahlbaum'schen Irrenanstalt in Görlitz nach Roth und Lex[20] ausgeführt. Die Exkremente gelangen, wie aus Fig. 7 ersichtlich, sämtlich in eine flache Grube, die einen etwas geneigten Boden hat. An der tiefsten Stelle geht unter einem Gitter ein heberartig gebogenes Rohr ab, das den Urin in ein von oben zugängliches Wasserreservoir ableitet, in dem feste Massen sich noch absetzen können. Die flüssigen Stoffe werden mittels einer Pumpe ent-

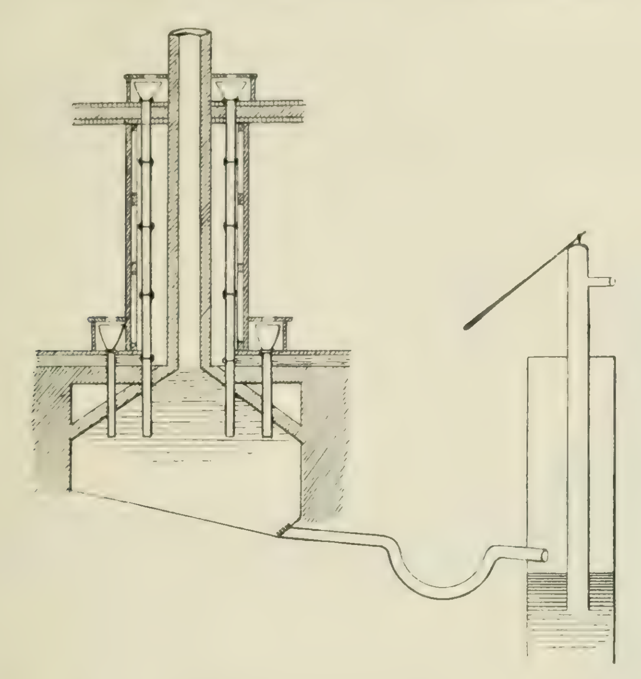


Fig. 7. Abfuhrsystem in Dr. Kahlbaum's Anstalt.

leert. Durch dichte Bohlen und 2 Fuß dicke Lehmschüttung ist die Decke der Grube fest verschlossen; ein, eventuell erwärmtes, Luftrohr in der Mitte führt die Gase nach oben ab.

Dem d'Arcet'schen Systeme sehr ähnlich ist das System Diponchel[21].

7) Wustandt[22] hat nach Roth und Lex[23] eine Modifikation dieser Anordnung angegeben, indem er den Urin an der vorderen Wand des Fallrohrs hinabfließen läßt und durch eine besondere Rinne direkt nach der tiefsten Stelle der Kloake leitet. Um diesen Zweck zu erreichen, ist das Sitzbrett entsprechend ausgeschnitten und der vordere Teil des Fallrohres nach vorn ausgebogen. Die Pissoirs, in die auch alle übrigen Hauswässer eingeschüttet werden, münden gleichfalls in die Urinrinne an der tiefsten Stelle der Grube; auch das Regenwasser führt in diese Rinne und bewirkt periodische Spülung. Von der tiefsten Stelle der Kloake geht alles nach der eigentlichen Senkgrube.

8) Nessler[24] (D. R. P. No. 23 747) will den flüssigen Inhalt der Abortgruben kontinuierlich entfernen, indem er durch ein Rohr die Flüssigkeiten nach einem Filter ableitet, und zwar an der der Eintrittsstelle gegenüberliegenden Wand.

Es ist mir nicht bekannt geworden, daß das Verfahren größere Verbreitung gefunden hat.

9) Bonnefin[25] empfiehlt 1883 in einem Artikel: „Système de vidange" „sein Abfuhrsystem, eine Art von Diviseur oder kleinem Filterbassin, mit ständiger Desinfektion durch Eisenvitriol".

b) *Versuche durch dichte Verschlüsse Geruchlosigkeit herbeizuführen.*

1) Das Schleh'sche Verfahren[26, 27] besteht darin, daß die Fallrohre *a* der Aborte eines ganzen Hauses in ein großes Fäkalreservoir *d* mit Isolierschicht *k* geleitet werden, das in die Mauer *l* eingesenkt wird. Nimmt man gußeiserne Reservoire, so fällt die umgebende Asphaltschicht *k* und das Mauerwerk *l* weg, nur der Deckel behält seine Isolierschicht.

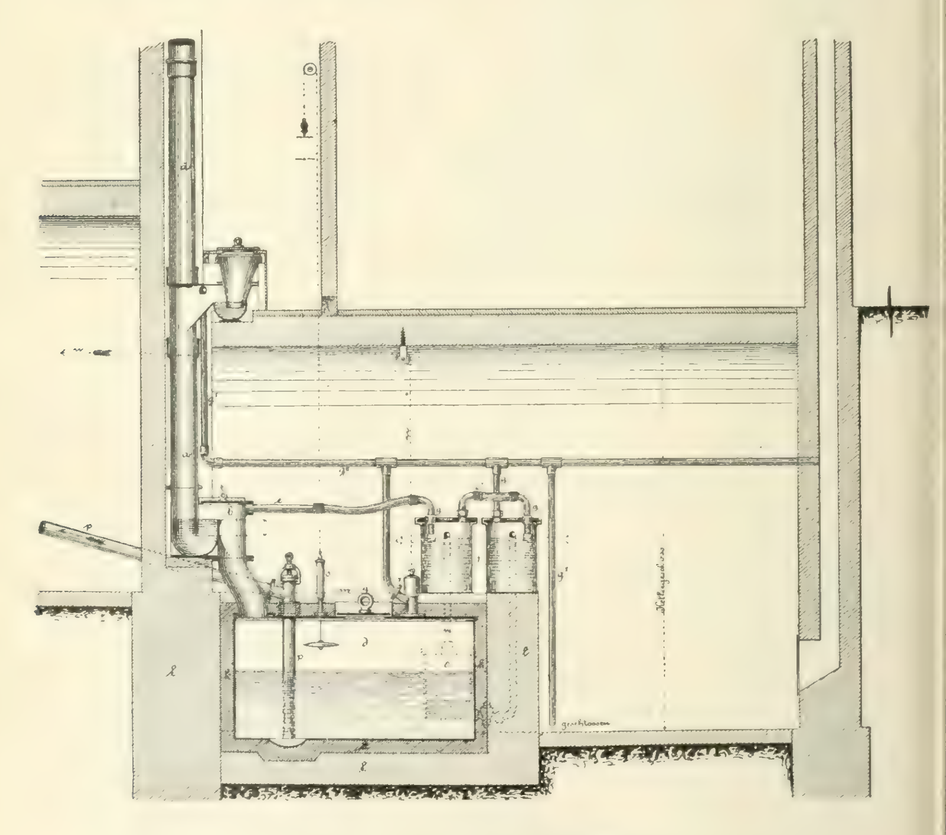


Fig. 8. Schleh'sches Fäkalreservoir.

Die Fallrohre sind durch Syphons gegen den Exkrementenbehälter abgesperrt.

Die Stinkgase aus der Grube werden durch ein Rohr *e* von der oberen Decke aus nach oben in Kondensationstöpfe oder Filter *f* geleitet, dort werden Schwefelwasserstoff und Ammoniak durch Eisenvitriol, die Fettsäuren durch konzentrierte Schwefelsäure gebunden und dann ent-

weder in die freie Atmosphäre oder noch unter eine Feuerung durch die Rohre g''' geleitet. — Vom Boden des Reservoirs aus geht ein Rohr p nach der Straße, das das Auspumpen der Fäkalien ermöglicht, indem gleichzeitig ein geöffnetes Ventil v die atmosphärische Luft eintreten läßt bei Kontrolle durch ein von außen sichtbares Manometer s.

Das Verfahren erinnert sehr an die ersten Anfänge des Liernurschen Systems in Prag mit transportabler Auspumpemaschine. Die Kompliziertheit der verschiedenen Manipulationen hat eine Einführung wohl meistens gehindert.

2) Das Goldner'sche[28] Verfahren beruht darauf, daß die Exkremente durch ein gußeisernes Fallrohr, das bis nahe an den Boden der mit Wasser gefüllten Grube verlängert ist, direkt unter einen Wasserverschluß kommen und infolge ihres spezifisch schwereren Gewichts unten bleiben. Nach Baumeister[28], der ein eingehendes Gutachten über das Verfahren abgegeben hat, vermag ein Behälter von 230 l Inhalt eine Exkrementenzufuhr von täglich 12 kg 10 volle Tage zu konservieren, ohne daß faulige Ausdünstungen beobachtet werden. Die oben schwimmenden Massen, wie Papier etc., entwickeln aber immer Gerüche. Das durch die Faeces verdrängte Wasser fließt von oben in die Kanäle ab, ebenso der ganze wässerige Grubeninhalt, wenn man ihn nicht abfahren läßt oder ihn unterirdisch in eine andere, entferntere Grube leitet.

Das Verfahren wurde von Goldner in seinem eigenen Hause in Baden-Baden eingeführt, außerdem fand es Anwendung im Hospice des Quinze-Vingt zu Paris. — Man hat dieser Einrichtung einen gewissen landwirtschaftlichen Wert beigelegt, da die Exkremente nur etwa bis zum doppelten Volumen verdünnt werden, während im Wasserklosett eine mindestens 10fache Verdünnung stattfindet.

3) Das Thiriart'sche Verfahren wird von Uffelmann[29] (siehe auch Gesundheitsingenieur[30]) folgendermaßen geschildert: „Das Abfallrohr mündet in die kreisförmige, aus Mauersteinen und Cementverputz oder aus mehreren gußeisernen Ringen hergestellte und durch ein Gewölbe verschlossene Grube ein und führt, etwas sich erweiternd, fast bis auf den Boden, während es nach oben in das untere Ende eines Ventilationsrohres sich einlegt, welches über dem Dache mit einem Deflektor versehen ist. Die in der Grube sich bildenden Gase steigen durch ein besonderes in der Mauer des Hauses angebrachtes Rohr auf, welches über der obersten Etage in das Ventilationsrohr einmündet. Ein Rührwerk soll zur Zerteilung des Grubeninhalts vor der Entleerung in Bewegung gesetzt werden."

4) Bei dem Mouras'schen Verfahren wird nach Uffelmann[31] „die Abortgrube durch das Einfall- und Entleerungsrohr, welche beide in die Jauche eintauchen, derart abgeschlossen, daß ein Entweichen von Gasen unmöglich ist. Kommt dann eine neue Menge Faeces hinzu, so fließt ein entsprechendes Quantum Flüssigkeit ab".

Genaueres darüber berichtet Götel[32] nach Beobachtungen in den Herzog'schen Fabriken in Logelbach und Urbeis. Als Vorteil erwähnt er die Unmöglichkeit, daß die Gase in das Haus einströmen und daß die Fäkalmassen sich in dem Wasser zersetzen und verflüssigen. Gefährlich ist immer die Ansammlung einer so großen Menge von Faulflüssigkeit in unmittelbarer Nähe der Wohnung; notwendig ist es, daß die ablaufenden Flüssigkeiten auf Rieselfelder geleitet werden Deshalb

scheint es richtiger, sofort das Schwemmkanalsystem mit Rieselung einzurichten.

Nach Mauriac[33] existieren in Bordeaux von 31000 Häusern 17000 mit 136000 Einwohnern, die kein Wasser von der öffentlichen Wasserleitung erhalten und bei denen das Schwemmsystem also nicht durchgeführt werden kann. In den gewöhnlichen Senkgruben werden jährlich ca. 287000 cbm Wasser und Exkremente angesammelt, davon

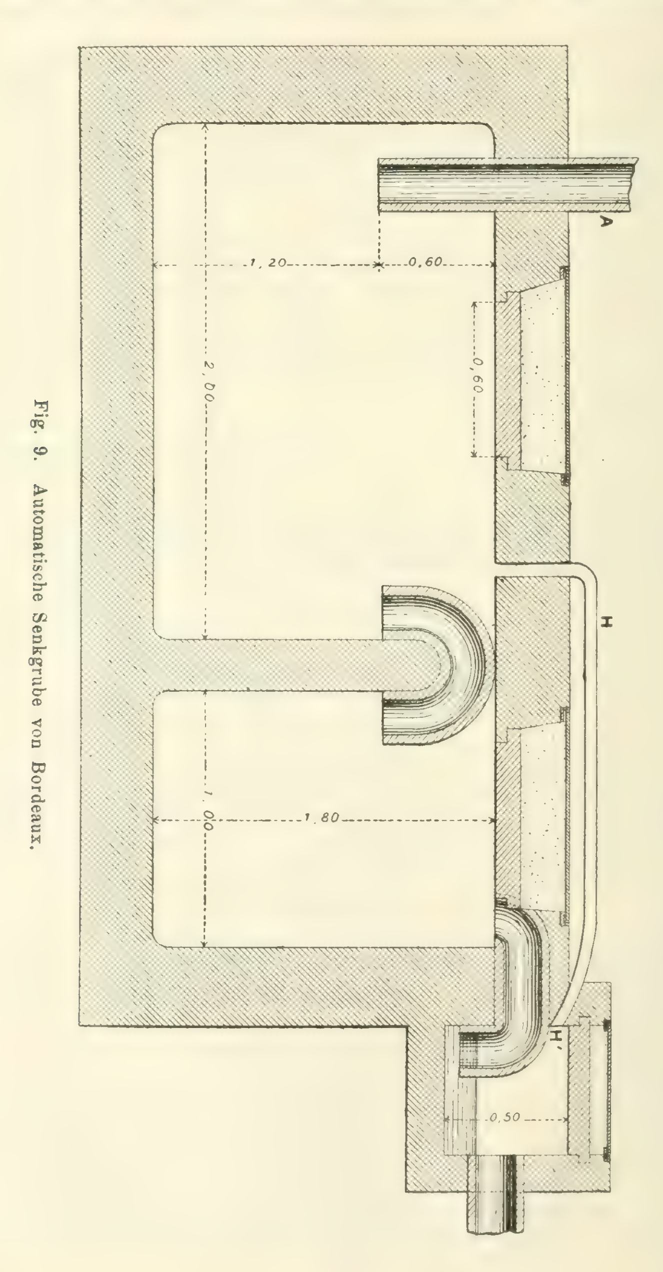


Fig. 9. Automatische Senkgrube von Bordeaux.

durch die Entleerungsgesellschaften 72000 cbm abgefahren, sodaß also 215000 cbm jährlich in den Boden versickern müssen.

Diesen Zuständen gegenüber ist es als ein entschiedener Fortschritt anzusehen, daß die Stadtverwaltung die Einführung der Mouras'schen Gruben beschlossen hat, mit der Modifikation, daß die Grube durch eine feste senkrechte Scheidewand, wie es Fig. 9 zeigt, in 2 Teile geteilt wird, die durch einen Siphon miteinander in Verbindung stehen.

HH' bedeutet ein Rohr, welches der Luft beim Einfallen von Fäkalien durch das Fallrohr *A* den Ausgang gestattet (S. 58).

5) Das Pagliani'sche[34] Verfahren besteht in einer Modifikation des Mouras'schen. Die Gruben sollen so hergestellt werden, daß sie entweder durch ein an der Oberfläche befindliches Rohr in die Kanäle entleert werden oder, falls dies Rohr verstopft ist, durch einen im Boden der Grube vorhandenen Kanal abgelassen werden können. E. Vallin[35] teilt darüber folgendes mit:

Um die Kosten für Kanalisation und Rieselanlagen zu sparen, sucht man in Italien sich damit zu helfen, daß man die Abwässer in diesen Gruben für mehrere Monate sammelt und dann den Landwirten nach Bedürfnis zum Düngen abgiebt. Auf Grundlage früherer Vorschläge[35a] hat Pagliani in der neuesten Publikation von 1891 die in Fig. 10 demonstrierte Verbesserung des Mouras-

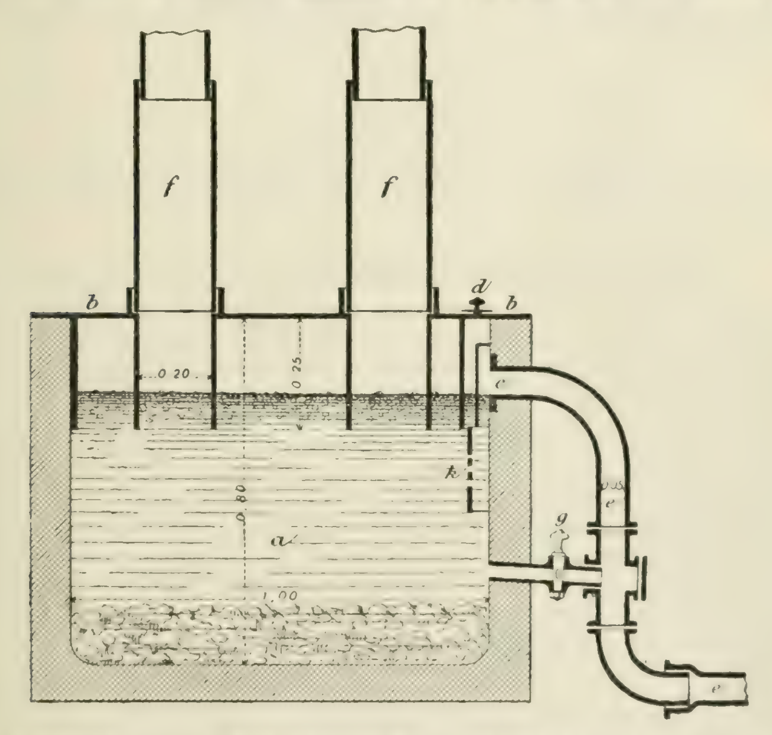


Fig. 10. Automatische Senkgrube nach Pagliani und Rastelli. *b* metallisches Gefäfs; *c, e* Notauslafs- und Ueberfallrohr; *d* Oeffnung zur Kontrolle; *k* Sieb; *g* Ablafsventil; *f* Fallrohre.

schen Systems vorgeschlagen und demselben noch die Filtration in einer mit Torf gefüllten Grube (Fig. 11) zugefügt. Praktisch durch-

geführt hat er dasselbe in der Ecole de perfectionnement de l'hygiène publique in Rom mit 150 Personen und in einer Schule mit 300 Kindern seit 1891, und Vallin nahm 1891 bei der Besichtigung der Anstalten einen günstigen Eindruck mit. Gelegentlich des XI. internationalen Kongresses 1894 habe ich das Pagliani'sche Verfahren auch besichtigt und kann nur bestätigen, daß es seinen Zweck erfüllt.

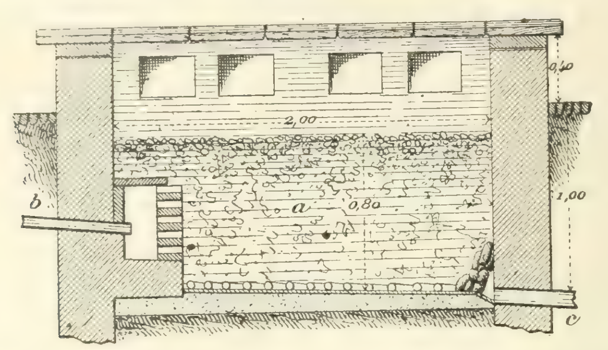


Fig. 11. Reinigungsgrube mit Torf *a* gefüllt, nach Pagliani. *b* Rohr von der Senkgrube herkommend, welches in eine Sammelgrube führt; *c* Rohr zum Abflufs der filtrierten Flüssigkeiten in den Kanal. In der nach dem Dachstuhl führenden Mauer befinden sich 4 Ventilationsöffnungen.

4. Entleerung[35a].

Die Entleerung der Gruben geschieht entweder durch Handarbeit oder durch maschinellen Betrieb mittels Saug- oder Druckpumpen.

α) Entleerung durch Handarbeit mit Karre und Wagen.

In bei weitem den meisten Ortschaften geschieht die Räumung der Gruben durch manuelle Arbeit. Meistens in der Nacht kommen die Landleute der Umgegend mit ihren Leiterwagen angefahren, die mit einer mäßig dicken Schicht Stroh ausgelegt sind. Die Abtrittsgrube wird nun geöffnet und der Inhalt mit Kübeln oder Eimern ausgeschöpft und diese direkt in den auf der Straße stehenden Jauchewagen ausgeschüttet, oder, wenn der Weg von der Senkgrube zum Wagen sehr weit ist, der Inhalt zunächst in eine Schiebekarre eingeschaufelt und in dieser über den Hof, vielfach auch durch das Wohnhaus hindurch nach der Straße transportiert, umgeschüttet und wieder in den Mistwagen verladen. In dieser Weise findet auch in größeren Städten, wie z. B. in Braunschweig, in den Häusern, die sich noch nicht der Kanalisation haben anschließen können, die Entleerung der Abtrittsgruben statt.

Hierbei sind folgende Uebelstände in hygienischer Beziehung in Betracht zu ziehen:

1) Bei großen und schlecht ventilierten Abtrittsgruben kommen leicht akute Vergiftungen der Arbeiter durch Abtrittsgase (Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und Ammoniak) vor.

2) Der üble Geruch bei der Entleerung belästigt die Hausbewohner.

3) Das Haus wird von der Grube bis zu dem Abfuhrwagen mit Jauche beschmutzt.

4) Die Straße, auf welcher der Abfuhrwagen hält und diejenigen, die er ferner passiert, leiden unter dem pestilenzialischen Geruche und werden durch die durchträufelnde Jauche verunreinigt.

Um die Vergiftungen durch Abtrittsgase [36] möglichst zu vermeiden, reicht es nicht aus, nur ein brennendes Licht in die Grube hinabzulassen und abzuwarten, ob so viel Sauerstoff vorhanden ist, daß dasselbe brennen bleibt, es muß vielmehr vorher eine mehrstündige kräftige Ventilation der Grube stattfinden, wie sie Pettenkofer [37] eindringlich fordert. Durch die von Gudden veranlaßten Untersuchungen (infolge eines Unglücksfalls in der Abtrittsgrube der Irrenanstalt Wernek) ist nach Erisman [38] festgestellt, daß die plötzliche Vergiftung nicht durch Mangel an Sauerstoff, sondern direkt von der giftigen Einwirkung der Kloakengase herrührt, da das in die Grube vorher hinuntergelassene Feuer weiterbrannte.

Um die Beschmutzung der Straßen durch die Abfuhrwagen zu vermeiden, ist unbedingt zu fordern, daß der Transport der Jauchemassen in dicht schließenden, undurchlässigen Wagen geschieht.

β) Entleerung durch maschinellen Betrieb.

Ein großer Teil der geschilderten Uebelstände wird beseitigt durch die sogen. geruchlose Abfuhr nach Le Sage's Prinzip, indem der flüssige Grubeninhalt durch mit Hand- oder Dampfkraft in Bewegung gesetzte Saug- oder Druckpumpen durch Rohre oder Schläuche direkt in die zur Abfuhr dienenden Fässer gepumpt wird.

Von einfachen Handpumpen sind namentlich in Gebrauch:

1) Die sogen. Priesterpumpe von Mesdagh (Pompe aspirante et foulante) mit Kautschukschläuchen, außen mit Segeltuch übernäht und mit einem konisch geformten Siebe am Ende des Schlauches, das in den Grubeninhalt eingetaucht wird, um Verstopfungen zu vermeiden [39].

2) Die sogen. New-Yorker Pumpe von Schiettinger mit 2 horizontal liegenden Cylindern [39].

Beide Handpumpen haben den Nachteil, daß häufig Verstopfungen und Betriebsstörungen durch Lumpen, Papierfetzen etc. vorkommen.

Die maschinellen Betriebe beruhen darauf, daß man einen Kesselwagen luftleer macht, durch einen Schlauch oder Rohr mit der Grube in Verbindung bringt und durch den äußeren atmosphärischen Druck die Exkremente in den Kesselwagen gelangen läßt. — Um die Verbreitung übelriechender Gase zu vermeiden, verbrennt man dieselben bei denjenigen Apparaten, die mit der Hand in Bewegung gesetzt werden, in besonderen Oefen mit glühenden Kohlen, und bei denen, die mit einer Lokomobile arbeiten, direkt unter dem Feuerraum. Um Explosion der Gase im Kesselwagen zu vermeiden, werden in die Röhre, welche diesen mit der Feuerstelle verbindet, Drahtnetze eingefügt. Letztere sollen nach Art von Davis Sicherheitslampe wirken.

In neuester Zeit ist von Hartmann [40] ein Gruben-Entleerungsapparat (Fig. 12, S. 62) erfunden und von J. Coblenzer in Köln a. Rh. ausgeführt, der „dadurch wirkt, daß zunächst in einem Behälter Gas unter genügender Expansion verpufft und das hierauf infolge Abkühlung in diesem Behälter entstehende Vakuum zum Aufsaugen der fortzuschaffenden Dickflüssigkeit nutzbar gemacht wird“.

„Das nötige Gas wird durch einen auf dem Wagen montierten Apparat selbst erzeugt, eventuell auch der Gasleitung entnommen. Der Apparat befördert ohne Geruchbelästigung die Flüssigkeiten direkt in geschlossene Transportfässer. In Fig. 12 ist *B* der Ofen, aus welchem das erzeugte Gas in den Sammler *D* und sodann in *A* eintritt, wo die Explosion stattfindet. Bei dieser öffnet sich der Deckel *C* von *A* um $^1/_3$ und schließt sich nach der Explosion durch den äußeren Luftdruck wieder. Die zu fördernde Flüssigkeit kann auch in den Behälter *A* eingesaugt und dieser zur Entleerung umgekippt werden."

Die festen Teile, die bei der Grubenentleerung mit Maschinen am Grunde zurückbleiben, müssen mit Schaufeln etc. durch Handarbeiter entfernt werden.

Die hauptsächlich in den verschiedenen Grubenabfuhr-Städten in Gebrauch befindlichen Apparate sind nach A. Müller[41] und Erisman[42] folgende:

1) Schneitlers's Tonnenwagen für pneumatische Zwecke[43].

Auf einem vierrädrigen Wagen (siehe Fig. 13, S. 63) mit starkem Holzrahmen *K* befindet sich ein luftdichter Eisenblechkessel *b* mit 2 großen Absperrhähnen *i* und eine doppeltwirkende Handluftpumpe, die durch Drehung der beiden mit Kurbel versehenen Schwungräder *l* in Thätigkeit

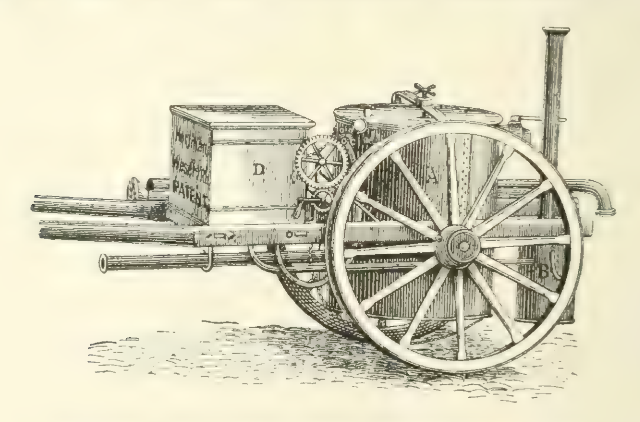


Fig. 12. Gruben-Entleerungsapparat nach Hartmann.

gesetzt wird. Auf einem anderen vierrädrigen Wagen liegt ein luftdichtes starkes Abfuhrfaß aus Holz oder Eisen von 1,5—2 cbm Inhalt. — Zum Gebrauche wird der Kessel *b* unter Benutzung des Hahnes *i* mit dem Grubeninhalt durch einen Schlauch in Verbindung gebracht, dann durch die Luftpumpe *d* luftleer gemacht und bei Oeffnung des Hahnes *i* durch Ansaugen mit den Fäkalien gefüllt. Die Rohre *n* und *o* stellen die Verbindung der Luftpumpe mit dem Kessel durch den aufgesetzten Dom *a* her, der Luftstrom von oder zu dem Kessel wird durch den Vierweghahn *e* reguliert.

Sieht man am Wasserstandszeiger *c* des Kessels die Füllung, so wird der eine (Zufluß-)Hahn *i* geschlossen und der andere (Abfluß-)Hahn *i* geöffnet, nachdem er vorher durch einen Gummispiralschlauch mit dem am hinteren Boden des Abfuhrfasses befindlichen Hahne in Verbindung gesetzt ist, während ein Gummischlauch zur Abführung der Luft von dem Dome des Fasses nach den Rohren *g* hinüberführt. Der Vierweghahn *e*

wird umgestellt, die Pumpe in Bewegung gesetzt, dadurch die Luft in den Kessel und dessen Inhalt in das Abfuhrfaß gedrückt. Diese Manipulation wird so lange wiederholt, bis das Abfuhrfaß nach Anzeige des Wasserstandszeigers gefüllt ist. Die beim Füllen des Fasses und Auspumpen des Kessels entwickelten Stinkgase werden durch einen dünnen Schlauch *f*

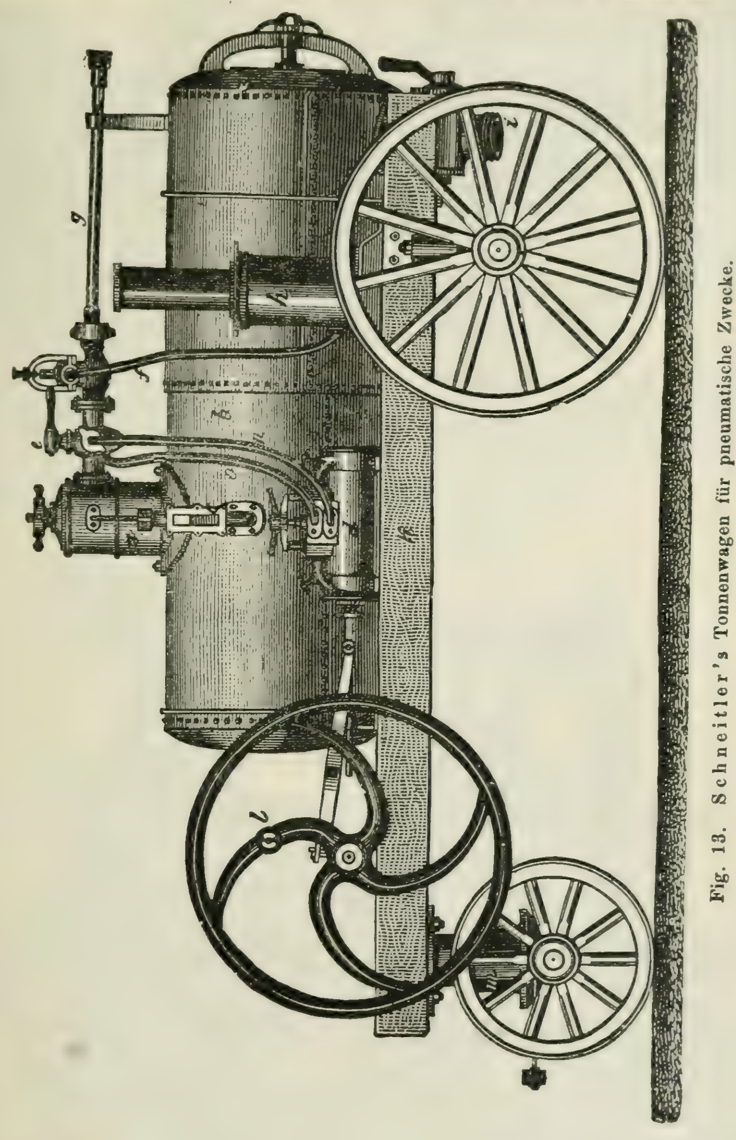


Fig. 13. Schneitler's Tonnenwagen für pneumatische Zwecke.

unter den Rost des neben dem Eisenblechkessel befindlichen kleinen Ofens *h* geleitet. In 15—20 Minuten pflegt das 1,5—2 cbm fassende Abfuhrfaß, selbst bei größeren Entfernungen der Senkgrube bis zu 30 m hin, gefüllt zu sein.

2) Klotz in Stuttgart verwendet die Ansaugetonne zugleich als

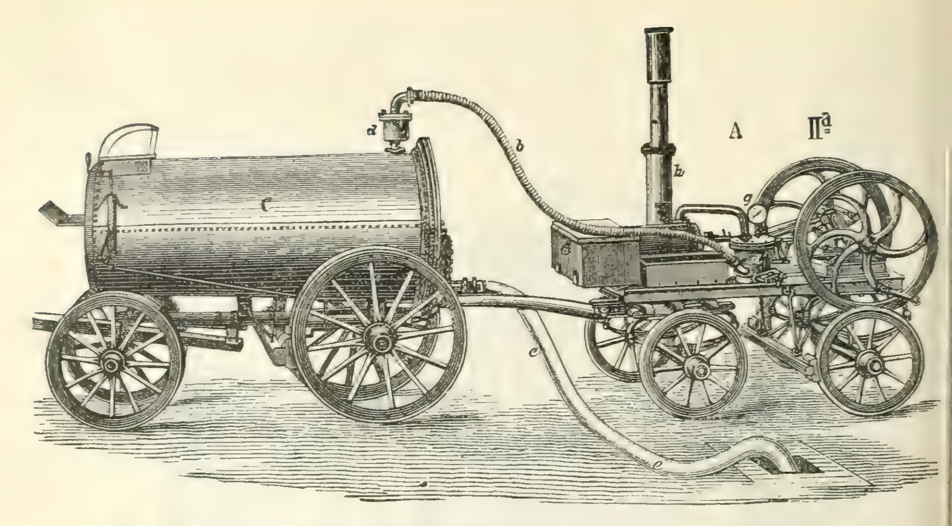


Fig. 14. Klotz's Luftpumpe für Handbetrieb und Tonnenwagen. *A* Wagen mit Luftpumpe *d'*, Verbrennungsofen für die Stinkgase *h* und Verbindungsschlauch *b* zum Tonnenwagen. *c* Tonne des Tonnenwagens. *d* Hahn der Tonne. *e* Gummispiralschlauch zur Abtrittsgrube.

Fig. 15. Klotz's fahrbarer Dampfkessel mit Dampfstrahlpumpe.

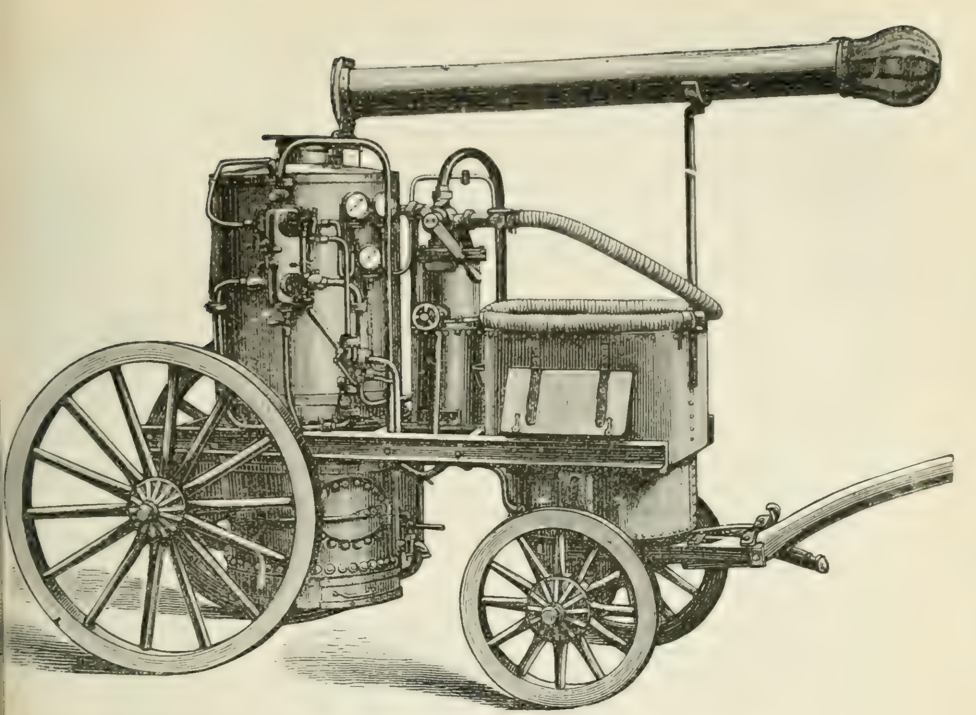


Fig. 16. Klotz's fahrbarer Dampfkessel mit Kolbenluftpumpe.

Transporttonne und stellt die Luftpumpen teils für Handbetrieb (Fig. 14), teils für Dampfbetrieb her, sowohl mit Dampfstrahlpumpe (Fig. 15), wie mit Kolbenluftpumpe (Fig. 16).

Näheres hierüber geben Sautter und Dobel[44] und A. Müller[45] mit zahlreichen demonstrierenden Abbildungen. Ist eine Hochwasserdruckleitung vorhanden, so kann man das Vacuum durch eine kleine Körting'sche Wasserstrahlpumpe erzeugen.

3) Talard sowohl als Philippot und Keller lassen die Luftleere in dem Fasse durch einen Dampfstrahlapparat herstellen.

Die Klotz'schen Maschinen arbeiten in Stuttgart, die von Talard in Paris, Reims, Metz, Straßburg u. s. w., und die von Philippot und Keller in Straßburg.

Die Räumungen der Gruben dürfen nur bei Tage stattfinden, da hierbei eine größere Reinlichkeit zu erreichen ist. Wichtig ist es, daß die Grubenentleerungen nicht durch den einzelnen Hausbesitzer, sondern durch die städtische Latrinenverwaltung bez. den Unternehmer, der auf Veranlassung derselben die Räumung übernommen hat, in ganz bestimmten Zeiträumen ausgeführt werden.

Aehnliche Apparate sind noch mehrfach konstruiert, u. a. von der Firma Fischer & Co. in Heidelberg, beschrieben und abgebildet in der unter Tonnensystem [5c] angeführten Broschüre.

Eine besondere Entleerung der Gruben schlägt das Breyer'sche Gashochdrucksystem vor.

In ähnlicher Weise wie Shone (siehe das später zu beschreibende Shone'sche Separatsystem) läßt Breyer nach König[45a] die Klosette

entleeren. Durch eine lokomobile Maschine, die komprimierte Luft erzeugt, wird alle 24 Stunden in jedem Hause eine Entleerung der Klosette vorgenommen. „Der Klosettinhalt wird in einen an der lokomobilen Maschine befestigten Filtrierkessel gepreßt, in welchem durch sehr feine Siebe eine Trennung des flüssigen und des festen und schlammigen Anteils stattfindet. Der flüssige Anteil geht in die Straßenröhren und müßte nun noch weiter durch Berieselung oder sonstwie unschädlich gemacht werden, der feste, schlammige Teil wird durch Auflassen heißer Luft getrocknet, gepreßt und in einen unter der Maschine befindlichen Kessel fallen gelassen. Die Ziegel sollen pro Kopf und Jahr ergeben: 2,6 kg Stickstoff, 0,40 kg Phosphorsäure und 0,07 kg Kali.“

Hygienisch, landwirtschaftlich und finanziell ist dies Verfahren nicht zu empfehlen. Die besten und zugleich hygienisch wichtigsten Teile der Exkremente gehen unbenutzt fort, die Dungstoffe darin müssen ausgenutzt, die pathogenen Keime zerstört werden. In den Ueberresten der festen Bestandteile ist ähnlich wie bei den Petri'schen Fäkalsteinen sehr wenig Dungwert enthalten. Das ganze Verfahren wird durch den maschinellen Betrieb sehr teuer werden.

Näheres darüber siehe Litteraturverzeichnis No. 45b und 45c.

Der Weiterverbleib der Fäkalien kann sich in verschiedener Weise regeln.

Dieselben werden: 1) direkt an die Landwirte verkauft;

2) in Sammelbassins vor die Stadt befördert und dort verkauft oder zu Poudrette verarbeitet;

3) direkt nach der Eisenbahn gefahren, dort aus den Abfuhrfässern entweder von einer erhöhten Rampe ab in die Eisenbahnwagen abgelassen, oder in luftleer gemachte Behälter mittels Schlauch entleert — und dann nach auswärts zum weiteren landwirtschaftlichen Gebrauche transportiert. Letzteres ist z. B. in Stuttgart der Fall;

4) an den nächsten Fluß oder Kanal gefahren, in Böte gebracht und per Wasser den Landwirten zugeführt;

5) als gänzlich unverkäuflich in den nächsten Flußlauf geschüttet.

Ueber die praktische Durchführung des Grubensystems und die Kosten, die dasselbe den Kommunen macht, geben nachfolgende, meistens den neuesten Verwaltungsberichten der betreffenden Städte entnommene Notizen Auskunft:

1. Mülhausen i./E.

In Mülhausen i./E. wird nach Ed. Thierry-Mieg[46] und Kestner[47] der Abtrittsgrubeninhalt nach dem Prinzipe von Lesage mittels einer Saug- und Druckpumpe durch Armkraft in eine hermetisch geschlossene Tonne befördert und die entweichenden Stinkgase in einem neben der Tonne stehenden Herde verbrannt. Hierbei gehen natürlich nur die flüssigen Teile fort, die festen müssen durch Arbeiter mit Eimern ausgeschöpft werden. Um auch diese Operation ohne Geruch und bei Tage vornehmen zu lassen, hat Lesage ein Zelt konstruiert, das über die Oeffnung der Grube gestellt wird. Dieses enthält in seiner Spitze eine Lampe, deren Flamme die beim Füllen der Fässer entstehenden Stinkgase zerstört.

2. Stuttgart.

Die Stuttgarter Latrinen-Entleerungsanstalt führte im Jahre 1888[48] ca. 65000 cbm Fäkalien ab, und zwar ca. 18000 cbm direkt aufs Feld,

ca. 40700 cbm mit der Eisenbahn nach 79 verschiedenen Stationen und ca. 6400 cbm in die städtischen Sammelgruben.

Nach der Analyse enthielt der Fäkaldünger in 1 cbm 4,26 kg Stickstoff, 1,82 kg Phosphorsäure und 1,69 Kali.

Die Anstalt erhielt für 1 cbm entleerter Fäkalien 3,70 Pf. Im Verkauf stellte sich der Dünger zu 2—10 M. pro 1,3 cbm, der Dünger aus den Sammelgruben zu 2—3 M. pro 1 cbm. Die Gesamteinnahmen betrugen 408000 M., die Ausgaben ca. 298000 M.

Während die Berichte von Sautter und Dobel[44] sich im ganzen günstig über das Stuttgarter Abfuhrsystem aussprechen, finden wir in der Besprechung einer Arbeit von A. Lauber[49] eine sehr ungünstige Schilderung der Stuttgarter Zustände.

3. Posen.

Die Stadt Posen[59] hat Grubensystem mit sogenannter geruchloser Reinigung durch Aussaugen der Exkremente mittels Maschinen. Der bei weitem größere Teil der Abortgruben ist jetzt vorschriftsmäßig mit oder ohne Saugrohrleitung hergestellt. Im Berichtsjahre 1891/92 waren auf eine in Betracht kommende Einwohnerzahl von ungefähr 61900 Personen vorhanden 1307 Abortgruben, davon vorschriftsmäßig hergestellt 1253 oder 95,87 Proz. Es fanden überhaupt statt 3691 Grubenräumungen, es wurden überhaupt gefördert 20616,3 cbm Fäkalien. Auf den Kopf der Bevölkerung entfielen daher 0,333 cbm Fäkalien, die 0,704 M. Abfuhrgebühren kosteten. — Fäkalien wurden verkauft im ganzen im Berichtsjahr 19766,6 cbm für 38498,61 M.

4. Chemnitz.

In Chemnitz[51] besitzt die „Dünger-Abfuhr-Gesellschaft" mit einem Aktien-Kapitale von 500000 M. einen geräumigen Wirtschaftshof, vier Sammelgruben sowie eine Eisenbahnverladestelle und verfügt über ein entsprechendes Betriebsinventar an Pferden, Dampfmaschinen, Wagen u. s. w. Die Fäkalien werden teils direkt, teils von den Sammelgruben, teils vom Eisenbahntransport aus der Landwirtschaft der näheren und weiteren Umgegend zugeführt. Um den Geschäftsbetrieb noch vorteilhafter zu gestalten, ist die Anlegung einer 5. Sammelgrube, auch die Vermehrung des lebenden und toten Inventars, sowie die Erhöhung des Aktienkapitals auf 600000 M. beschlossen.

„Die bisherige Ausführung des Dünger-Abfuhr-Regulativs ist im allgemeinen zufriedenstellend gewesen", heißt es am Schlusse des amtlichen Berichtes.

Außerdem besitzt Chemnitz ein Kanalsystem für Ableitung der Haus- und Meteorwässer.

Ehe man sich zu dem jetzigen Grubenentleerungssystem entschloß, beriet man seit 1884 in einem besonderen Ausschusse die übrigen Möglichkeiten der Städtereinigung; das Schwemmsystem war nicht möglich, da die nötige Wassermenge fehlt, vom Liernur-System mußte abgesehen werden, da es in seiner Anlage zu kostspielig ist und seine Durchführbarkeit für eine ganze Stadt praktisch noch nicht erwiesen ist; das Tonnensystem endlich wurde deshalb nicht gewählt, weil es wohl für kleine Häuser, aber nicht für stark bevölkerte Gebäude, arbeiterreiche Fabriken, frequente Wirtschaften u. s. w. geeignet erschien.

Spezielle Angaben über die Masse der aus Chemnitz hinaus beförderten Exkremente sind bereits in der Einleitung (Seite 16) gemacht.

5. Straßburg i./E.

Straßburg i./E. ging nach dem Berichte von Oursin[52] im Jahre 1877 von dem System Lesage zu dem System Talard mit durch Lokomobilen getriebenen Saug- und Druckpumpen über und konzessionierte später noch ein anderes System mit Dampfstrahlpumpen. 1885 waren 2 Gesellschaften von der Stadt zur Entleerung der Senkgruben zugelassen. Unverdünnten Grubeninhalt müssen die Unternehmer unentgeltlich abführen, geht aber durch Wasserklosetts Wasser in die Grube hinein, so müssen die Hausbesitzer für 1 Tonne (= $2^1/_2$ cbm) 4—5 M. zahlen. Mit einem Densimeter wird die Menge des in die Grube gelangenden Wassers bestimmt. Das spezifische Gewicht des ungewässerten Grubeninhalts beträgt durchschnittlich 1,035. Nach Ansicht der Unternehmer ist derselbe nur verwendbar bis zu einem spezifischen Gewichte von 1,02—1,015 hinab. Die Unternehmer lösten bis 1885 durchschnittlich 300 000 — 400 000 M. aus den Fäkalstoffen, von 1879/80 bis 1884/85 wurden durchschnittlich jährlich 51 309 cbm Fäkalstoffe aus der Stadt gefahren, die versteuert wurden. Die allzu verwässerten Fässer, im Mittel 3830 cbm Inhalt, wurden entweder in den Rhein gegossen oder direkt auf Aecker gefahren. Nach Pettenkofer's Zahlen würden auf die Einwohner Straßburgs (83 700) nur jährlich 37 113 cbm Exkremente kommen, sodaß also 18 026 cbm Wasser mit denselben zu gleicher Zeit aus der Stadt gefahren wurden.

Der Inhalt der Fässer wird, soweit er nicht direkt aufs Land oder in den Rhein gegossen wird, in großen, vor der Stadt gelegenen, ausgemauerten und gedeckten Vorratsgruben aufbewahrt und von da durch die Landleute geholt. 1885 existierten im ganzen 8 solche Vorratsgruben mit zusammen 22 000 cbm Vorratsraum.

Der feste Rückstand in den Gruben muß von Zeit zu Zeit nach vorheriger Lüftung und Desinfektion durch mit Respirator geschützte Arbeiter bei Nacht mit Schaufeln in dichte Fässer oder Kübel entleert werden.

Jetzt hat Straßburg i. E. offenbar die Absicht, zur Schwemmkanalisation überzugehen.

6. Dresden.

Dresden[53] hatte Ende des Jahres 1891 (einschließlich Albertsstadt und Loschwitz) in 8222 Grundstücken 10 224 Abortanlagen (8984 gewöhnliche Abortanlagen, 699 Klosettanlagen mit und 74 Klosettanlagen ohne Abfluß in die Schleußen, 467 Latrinenanlagen), 151 Stalljauchen und 65 Senkgruben.

Von den in 3 Räumungsklassen eingeteilten mit Gruben versehenen Anlagen sind 9967, zum Teil wiederholt, 8161 vollständig und 71 teilweise von der Dünger-Exportgesellschaft entleert worden, während 1431 unberührt blieben und 304 im Laufe des Jahres durch Neubau entstanden.

Alle Gruben, die in der Zeit vom 15. April bis 15. September vollständig entleert wurden, unterwarf man einer Desinfektion.

Ausgefahren wurden 1891

	zweispännige Fuhren	cbm	gegen das Vorjahr
flüssige Massen	46 628	80 382,00	+ 18 845,10
feste Massen	3 109	4 969,40	— 11 282,70
Stoffe aus Latrinenanlagen	3 133	2 047,25	+ 268,25
zusammen 1891	52 870	87 398,65	+ 7 830,65
dagegen 1890	52 430	79 568,00	+ 3 888,10

Die Zahl der genehmigten Klosettanlagen betrug 813. Von diesen waren 101 ohne und 712 mit Ableitung in die öffentlichen Schleußen. Bei den letztgedachten Anlagen waren 679 mit Desinfektions-, 18 mit Klärgruben, 1 mit Tonne verbunden, während 14 ohne Gruben waren.

7. Leipzig.

In Leipzig[54] wurden die Abortgruben nach dem Regulativ, den Düngerexport betreffend, von 2 Abfuhrgesellschaften entleert, der „Leipziger Dünger-Export-Aktiengesellschaft" und der „Oekonomie". Von beiden Gesellschaften wurden geräumt

1889 in Alt-Leipzig	12 210	Gruben mit	54 499	cbm Masse
im IV. Q. in Neu-Leipzig	548	„ „	2 311	„ „
1890 in Alt- und Neu-Leipzig . . .	16 641	„ „	74 219	„ „
im Jahre 1891 in Alt- und Neu-Leipzig	20 144	„ „	96 568,5	„ „

Nach der Zählung vom 1. Dez. 1890 hatte Leipzig 357 122 Einwohner, sodaß auf jeden Einwohner durchschnittlich ca. $^1/_5$ cbm Grubeninhalt pro Jahr entfallen, der aus den Senkgruben entfernt wurde.

Was man nicht direkt auf die Felder oder per Eisenbahn weggeführt, wird in 9 Sammelgruben, die gleichzeitig 13 600 cbm Dünger fassen können, magaziniert. Außerdem bestehen zahlreiche Wasserklosetts, die ihren Inhalt nach den städtischen Schleußen abführen können, nachdem derselbe in besonderen Grubenanlagen geklärt und desinfiziert ist (8 verschiedene, im Prinzip ähnliche Systeme sind im Gebrauch!). 1890 waren noch 1773 solcher Klärgruben vorhanden.

Wie verlautet, will Leipzig jetzt seine Abwässer nach dem 30 Kilometer entfernten Rieselfelde bei Eilenburg schaffen.

Unser Gesamturteil über das Grubensystem muß dahin lauten,

daß dasselbe, wenn es den angegebenen Bedingungen in der Ausführung entspricht, hygienisch zulässig ist. Eine Infektion durch die Luft ist fast ausgeschlossen, in dem Grubeninhalt selbst gehen die pathogenen Mikroorganismen bald zu Grunde, üble Gerüche lassen sich vermeiden, Verunreinigungen des Bodens und Grundwassers ebenso. Wenn aber keine gehörige Ventilation der Gruben stattfindet und deren Gestank in die Wohnungen dringt, wenn die Gruben durchlässig sind und Boden und Wasser der Umgebung infizieren, wenn die Entleerung in einer das Haus und die Straße beschmutzenden Weise vorgenommen wird, wie das auf dem Lande und in kleineren Städten noch sehr häufig geschieht, dann ist das Grubensystem hygienisch gänzlich unzulässig. Die Trennungssysteme und mechanischen Desodorationssysteme (wie Goldner, Thiriart etc.) haben geringe hygienische Bedeutung. — Die finanziellen Vorteile des Grubensystemes sind nur scheinbare, da jede mit einem Abfuhrsysteme versehene Stadt noch besonders für Ableitung der hygienisch ganz besonders wichtigen Hauswässer sorgen muß.

1) *Handbuch der Architektur*, 3. *T*. 5. *Bd*. 153 *u. ff*., 195 *u. ff*., 337 *u. ff*.
1a) **Lommer**, *in Horn's V. f. ger. Med. N. F.* 7. *Bd*. 8.
2) **Fr. von Gruber** *u*. **M. Gruber**, *Anhaltspunkte für die Verfassung neuer Bauordnungen*, *Wien* 1893, 77.
3) **M. von Pettenkofer**, *Vorträge über Kanalisation und Abfuhr* (1876), 3. *Vortrag*.
4) **Roth** *u*. **Lex**, *Handbuch der Militärgesundheitspflege*, *Berlin* 1872, 1. *Bd*. 452.
5) **C. Flügge**, *Grundriß der Hygiene*, *Leipzig* 1889, 414.

6) E. Heiden, *Die menschlichen Exkremente in nationalökonomischer, hygienischer, finanzieller und landwirtschaftlicher Beziehung, Hannover* 1882, 61.
7) H. Grouven, *Kanalisation oder Abfuhr, Glogau* 1867.
8) *Viertelj. f. öff. Gesdpf.* (1881) 13. *Bd.* 572.
9) O. Hausmann, *Untersuchungen über die Wirkungen des Süvern'schen Desinfektionsmittels, angestellt im Pathologischen Institute zu Berlin, Virchow's A. f. p. Anat.* (1869) 48. *Bd.* 339—344.
10) *Amtliches Gutachten des Sanitätsrats Dr.* Delbrück, *Prof. in Halle a/S., über die Süvernsche Desinfektionsmethode, Braunschweig* 1868.
11) Hüllmann, *Das Abortdesinfektionssystem des Herrn Max Friedrich in Plagwitz, V. f. ö. G.* (1880) 12. *Bd.* 112.
12) E. Heiden, *a. a. O.* (5) 81.
13) *Annales d'hyg. publ. et de la méd. leg.* (1880) 53.
14) J. Kaftan, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte, Wien* 1880, 47.
15) J. Kaftan, *a. a. O.* 48.
15a) *Zeitschrift für Bauwesen* (1864) 524.
16) Cameron, *Manual of hygieine and compendium of sanitary laws* (1874) 209.
17) Parkes, *A manual of practical hygiene*, 3. *Aufl. London* 1869, 351.
18) Parkes, *a. a. O.* 353.
19) Cameron, *a. a. O.* 226.
20) Roth *u.* Lex, *a. a. O.* 1. *Bd.* 454.
21) Diponchel, *Ann. d'hyg. publ.* (1858) 356.
22) Wustandt, *Ueber zweckmäfsige Abtrittsanlagen für Militärlazarette, Pr. militärärztl. Zeit.* (1860) *No.* 22, 245—250.
23) Roth *u.* Lex, *a. a. O.* 1. *Bd.* 455.
24) *V. f. ö. G.* 17. *Bd. Suppl.* 83.
25) *Nach Virchow-Hirsch's Jahresbericht* (1883) 582, *in Annales d'hyg.* (1883) 518 *und Rev. d'hyg.* (1883) 388.
26) Eugen Schleh, *Fäkalreservoir mit Absorptionsvorrichtung und fester Entleerungsleitung, Deutsches Reichspatent No.* 4506; *Schleh'sches Verfahren bei* Wiel *und* Gnehm, *Handbuch der Hygiene* (1880) 497. *Siehe auch Handbuch der Architektur* 3. *T.* 5. *Bd.* 351.
27) Ewich, *Ueber Fäkalreservoir von E. Schleh, in Verh. d. intern. V. g. Verunreinig. d. Fl. u. s. w. III. Vers. Baden-Baden* 1879, *Frankfurt a. M.* (1881) 63.
28) Birnbaum *u.* Baumeister, *Die Goldner'sche Abtrittserfindung, V. f. ö. G.* (1883) 1. *Heft* 67; Laborde, *Latrines système Goldner, Annales d'hyg.* (1883) 43.
29) *V. f. ö. G.* 16. *Bd. Suppl.* 79.
30) *Gesundheitsingenieur* (1883) *Beil. zu No.* 18, 139.
31) Uffelmann, *Handbuch der Hygiene* (1890) 419.
32) Götel, *Das Latrinensystem von Mouras, in Arch. f. ö. G. in Elsafs-Lothringen* (1884) 9. *Bd.* 166.
33) E. Mauriac, *Les logements insalubres à Bordeaux et les vidangeuses automatiques employées comme moyen d'assainissement.* (*Congrès d'hygiène de Paris de* 1889, *p.* 340) *et Rapport du Conseil d'hyg. de la Gironde, Bordeaux* 1891.
34) Pagliani, *Applicazione di una vaschetta a chiusura idraulica sul tipo delle fosse Mouras et di un filtro a torba per le acque luride nel sistema di fognatura separata tubolare, Roma* 1891, *Laboratori scientifici della Direzione di sanità, Ministero dell' Interno*; *auch veröffentlicht in Rivista d'igiene e sanità publica, No.* 19, *Oct.* 1891, *p.* 705; *V. f. ö. G.* 24. *Bd.* 288.
35) E. Vallin, „*Sur quelques perfectionnements des vidangeuses automatiques*", *Rev. d'hyg. et de la pol. san.* (1892) 328 *ff.*
35a) *Handbuch der Achitektur* 3. *T.* 5. *Bd.* 354.
35b) L. Pagliani *et* A. Rastelli, *Projetto di risanamento della città di Torino. Torino* 1884.
36) *Näheres darüber siehe*: Parent-Duchâtelet, *Hygiène publique*, 1. *Bd.* 373, 401 *u. ff.*; Kraus *u.* Pichler, *Encyklop. Handwörterb. der Staatsarzneik.* (1872) 1. *Bd.* 199 *u. ff.*; Eulenberg, *Handb. der Gewerbehyg.* (1876) 237; Hirt, *Gewerbekrankh.*; v. Ziemssen, *Handb. der spez. Path. u. Ther.* 1. *Bd*
37) v. Pettenkofer, *Vorträge über Kanalisation und Abfuhr*, 8. *Vortrag.*
38) Erisman, *Entfernung der Abfallstoffe in* v. Ziemssen, *Handb. d. Hyg. u. Gewerbekrankh.* 2. *Bd.* 1. *T.* 1. *Hälfte*, 118, *Anm.* 3.
39) Salviati, Roeder *u.* Eichhorn, *Die Abfuhr und Verwertung der Dungstoffe* (1865).
40) *Gesundheitsingenieur* (1891) 613.
41) Heiden, Müller *u.* v. Langsdorff, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien* (1885) 32 *ff.*
42) Erisman, *Entfernung der Abfallstoffe, a. a. O.* 119.
43) C. Schneitler, *Die geregelte Abfuhr der Fäkalstoffe in gröfseren und mittleren Städten* (1880).

44) A. Sautter u. E. Dobel, *Die Abfuhr und Verwertung der Fäkalstoffe in Stuttgart* (1880).
45) Heiden, Müller u. v. Langsdorff, *a. a. O.* 32 *ff.*
45a) J. König, *Die Verunreinigung der Gewässer* (1887) 204.
45b) *Deutsche Bauzeitung, No.* 98, *Abhandlung von* Knauff.
45c) Müller, Heiden *und* von Langsdorf, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien, S.* 143.
46) Ed. Thierry-Mieg, *Deux expériences de vidanges, Note présentée à la Société industrielle de Mulhouse, dans la séance du* 30. *Déc.* 1878, *Mulhouse* 1879.
47) Kestner, *Die Entleerung der Abtrittsgruben in Mülhausen, Arch. f. ö. G. in Elsafs-Lothringen* (1881) 7. *Bd.* 104.
48) *Gesundheit.* (1890) 193.
49) *V. f. ö. G.* (1875) 7. *Bd.* 326.
50) *Bericht über die Verwaltung und den Stand der Gemeindeangelegenheiten in der Stadt Posen für das Jahr vom* 1./4. 1892—31./3. 1892, 93 *ff.*
51) *Verwaltungsberichte der Stadt Chemnitz.*
52) *Arch. f. ö. G. in Elsafs-Lothringen* 10. *Bd.* 235.
53) *Verwaltungsbericht der Haupt- und Residenzstadt Dresden pro* 1891, 40.
54) *Verwaltungsbericht der Stadt Leipzig für* 1889, 487, *u. Verwaltungsber. f.* 1890, 609.

B. Tonnen- (Kübel-, Eimer-, Kasten-)System.

(„Fosses mobiles" der Franzosen, „pail system" der Engländer.)

Das Tonnensystem[1] besteht darin, daß die Exkremente aus dem Fallrohre in bewegliche Behälter gelangen und möglichst häufig aus diesen oberirdisch entleert werden.

Das Prinzip dieser Exkrementenabfuhr ist schon über 100 Jahre alt, indem Giraud und Gérand dasselbe 1786 unter dem Namen der „fosses mobiles" empfahlen. In Paris hat es früher allgemeine Anwendung gefunden, wurde dann nach v. Kerschensteiner[2] 1804 von Frankenau in Kopenhagen angeraten und verbreitete sich weiter in vielen anderen Städten civilisierter Staaten.

Die Tonnensysteme zerfallen in solche ohne und solche mit Einrichtungen zur Desodoration oder Desinfektion.

Zunächst wollen wir betrachten

1. Das Tonnensystem ohne Einrichtungen zur Desodoration oder Desinfektion.

Die Tonnen müssen folgenden hygienischen Anforderungen entsprechen:

1) angemessene Größe und vollständige Undurchlässigkeit;

2) möglichst dichter Anschluß der Tonnen an das Abfallrohr;

3) permanente Ventilation der Abtritte und des Fallrohrs;

4) regelmäßige, möglichst häufige Abfuhr und Auswechselung der Tonnen;

5) hermetischer Verschluß der Tonnen während der Abfuhr;

6) Herstellung einer vor Frost und Sonnenhitze geschützten Tonnenkammer von genügender Größe, mit undurchlässigem Boden. Dieselbe darf nur von außen zugänglich sein;

7) unbedingte gründliche Reinigung und vollständige Desinfektion der entleerten Tonnen vor Neuaufstellung;

8) wenn möglich, Vermeidung von Fäkaliendepots durch Einrichtung von Poudrettefabriken etc. oder Vorsorge für regelmäßige rechtzeitige direkte Abnahme durch Landwirte.

Die Form der Tonne ist entweder eine faßförmige oder cylindrische. Sie hat am besten 90—110 l Inhalt, einen Durchmesser von 40—45 cm und eine Höhe von 80—90 cm. Die kleineren Tonnen sind tragbar und

müssen öfter entleert und gewechselt werden. Sie sind den größeren Tonnen (z. B. in Paris 100—300 l, in Augsburg 150—300 l, in Graz 120—280 l) vorzuziehen, welche längere Zeit im Hause verweilen. Fässer von 2—3 cbm Inhalt mit mehreren Einmündungsröhren müssen gefahren werden und werden am besten aus Eisen hergestellt und auf einer Fahrrad-Lafette aufgestellt. Für die tragbaren Tonnen müssen beiderseits Handgriffe angebracht werden, durch welche Tragstangen hindurchgeschoben werden können.

Oben im Deckel befindet sich eine Oeffnung, in welche das Fallrohr des Abtritts genau hineinpaßt.

An Material kann man zur Herstellung der Tonnen harzreiches Holz oder mit Oel gestrichenes Eichenholz oder heißgeteertes oder verzinntes oder verzinktes Eisenblech verwenden. Petroleumfässer eignen sich recht gut, jedenfalls müssen die Holztonnen mit stark verzinnten oder geteerten Eisenreifen beschlagen sein.

Was die Anzahl der erforderlichen Tonnen anbetrifft, so müssen mindestens so viel Tonnen vorhanden sein, daß beim Wechsel die gefüllten Tonnen immer sofort durch leere ersetzt werden können.

Die Ventilation der Tonnen wird am besten in der Weise vorgenommen, daß das Fallrohr ohne Verjüngung bis über das Dach hinaus verlängert wird. Der obere Teil desselben wird entweder an einen in Betrieb befindlichen warmen Schornstein angelegt oder durch eine besondere Wärmequelle (Gasflamme etc.) erwärmt und an seinem oberen Ende mit einer Saugklappe versehen. Bei dieser Anordnung strömt die Luft aus der Wohnung durch das Brillenloch ins Fallrohr und durch dasselbe in die äußere Atmosphäre. — Man kann auch durch eine siphonartige Vorrichtung im Fallrohre unmittelbar über der Tonne das Einströmen der Tonnengase in die Wohnung verhindern, namentlich, wenn nicht Kot, sondern Wasser, das zur Nachspülung verwendet wird, den Abschluß im Siphon bildet. Dieses hat aber wieder den Nachteil daß viel Flüssigkeit in die Tonnen gelangt und diese entweder sehr groß sein oder sehr oft geräumt werden müssen.

Von großer hygienischer Bedeutung ist die Aufstellung, der Wechsel und die Abfuhr der Tonnen. — Der Tonnenraum soll möglichst nur von außen zugänglich sein, damit der Transport der Tonnen nicht durch die Wohnung stattfinden kann. Um die Tonnen bequem entleeren zu können, ist es höchst wünschenswert, wenn sie im Niveau des umgebenden Terrains stehen. — Vgl. aber S. 75 und Fig. 22.

Da ein Einfrieren der Tonnen zu unangenehmen Störungen führen kann, muß in Gegenden, die starke Winterfröste befürchten lassen, der Tonnenraum mit mindestens $1^1/_2$ Steinen dicken Mauern umschlossen sein. Bisweilen empfiehlt es sich, auch im Tonnenraume Oefen aufzustellen. Der Boden des Tonnenraumes ist undurchlässig mit geglättetem Portlandcement oder Asphalt herzustellen, damit er gründlich gereinigt werden kann. Die Tonnen sind so zu stellen, daß das Fallrohr senkrecht in sie hinein mündet. Die Auswechselung der Tonnen darf nur bei zutretendem Tageslicht stattfinden, alle Licht- und Zugangsöffnungen müssen sonst dicht verschlossen werden können, ähnlich wie bei dem Deckel einer Abtrittsgrube, um den Eintritt der Luft von außen abzuhalten und im Sommer durch Sonnenstrahlen eine zu starke Erwärmung, im Winter eine zu starke Abkühlung zu verhindern.

Der Wechsel der Tonnen muß so zeitig vorgenommen werden, daß

ein Ueberlaufen des Inhalts in den Tonnenraum nicht stattfindet. Für den Fall, daß unvorhergesehener Weise dennoch ein Ueberlaufen vorkommen könnte, sind in manchen Städten Ueberlaufsröhren angebracht, die in eine vorgestellte Tonne oder Eimer führen. Außerdem ist es wünschenswert, daß für alle Fälle sich in dem Tonnenraume außerdem noch eine Reservetonne befindet.

Beschmutzungen beim eventuellen Ueberlaufen und beim Transport der Tonnen aus dem Tonnenraume heraus müssen mit der größten Sorgfalt sofort beseitigt werden.

Die Auswechselung und die Abfuhr der Tonnen darf nicht dem einzelnen Hausbesitzer bezw. dem Landwirte überlassen bleiben, der den Tonneninhalt zum Düngen benutzen will; es ist unbedingt zu fordern, daß die Gemeindebehörde selbst dieselbe leitet oder einen größeren Unternehmer unter ihrer Aufsicht damit beauftragt. Von diesem werden dann nach der Größe der Tonnen und der Anzahl der Personen, welche die hineinführenden Abtritte benutzen, die Termine zur Auswechselung der Tonnen festgesetzt. Diese müssen eingehalten werden, auch wenn die Tonnen noch nicht vollständig gefüllt sind.

Als Transportmittel sind am besten Wagen mit offenen Seitenwänden, die der Größe der Tonnen anzupassen sind und, ohne das Anstandsgefühl des Publikums zu verletzen, auf der Straße verkehren können.

Als Zeit der Auswechslung eignet sich am besten der frühe Morgen.

In kleineren Städten und im Sommer wird es möglich sein, den Tonneninhalt direkt zu Düngerzwecken auf die Felder zu bringen, in größeren Städten und im Winter muß notwendig eine Ansammlung der Fäkalien stattfinden, wenn man nicht eine sofortige Verarbeitung derselben zu Poudrette vornimmt. Ist diese nicht angängig, so bleibt nichts weiter übrig, als große Reservoire außerhalb der Stadt, weit entfernt von menschlichen Wohnungen zu erbauen. Die Zahl und Größe derselben hängt von den Lokalverhältnissen ab. Immer werden derartige Fäkaldepots schreiende Uebelstände leicht herbeiführen. Daher sind sie, wie schon oben gesagt, möglichst zu vermeiden.

Der Absatz der Fäkalien aus den Depots hat oft seine Schwierigkeiten. Reichen die Depots zur weiteren Aufnahme von Exkrementen nicht aus, so bleibt nichts weiter übrig, als die mühsam für die Landwirtschaft gesammelten Vorräte in den nächsten Wasserlauf zu schütten, wie es z. B. nach Schauenstein [3] in Graz vorkommt.

Unbedingt zu verlangen ist, daß jede Tonne nach der Entleerung an Ort und Stelle gründlich gereinigt und desinfiziert wird.

Den besten Ruf hat sich das Heidelberger Tonnensystem erworben [4].

Nachdem dasselbe zuerst versuchsweise und freiwillig von einigen Hausbesitzern angewandt war, wurde es durch Statut vom 21. März 1876 für Neubauten und größere Umbauten in Heidelberg obligatorisch eingeführt und ist jetzt wohl für den größeren Teil der Stadt in Betrieb.

Die Abtrittstonnen (Fig. 17, S. 74) bestehen entweder aus starken Eisenblechcylindern von 80 cm Höhe und 46 cm Durchmesser oder innen und außen gefirnisten Petroleumfässern. Neben jeder Tonne steht ein kleiner Eimer (Fig. 18, S. 74), über dem ein Rohr mündet, das an den oberen Rand der Tonne angeschraubt und durch ein Sieb gegen diese abgeschlossen ist. Bei unvorhergesehener Ueberfüllung der Tonne läuft

die Jauche in den Eimer. In größeren Häusern finden sich auch 2 durch Ueberlaufrohr verbundene zusammengekoppelte Tonnen. Die Einlaßöffnung der Tonne liegt am **Rande** des Deckels, ist mit einem doppelten gußeisernen Ringe umgeben, in den der Siphon des Fall-

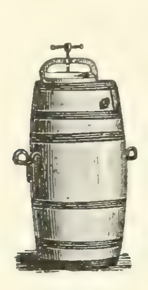


Fig. 17.

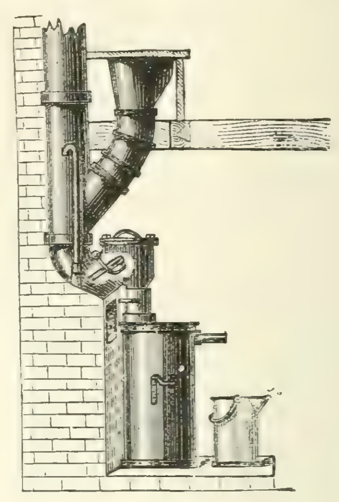


Fig. 18.

Fig. 17. Hölzerne Abtrittstonne.

Fig. 18. Eiserne Heidelberger Tonne mit Syphon, Trichter, Abfall- und Lüftungsrohr und Ablaufeimer.

rohrs genau hineinpaßt. Nach oben ist der Siphon mit einem fest aufzuschraubenden Deckel versehen, dessen Entfernung es ermöglicht, etwaige Verstopfungen zu beseitigen (Fig. 18). Für Gebäude, die größere Menschenmengen beherbergen, wie Kasernen und Schulen, ver-

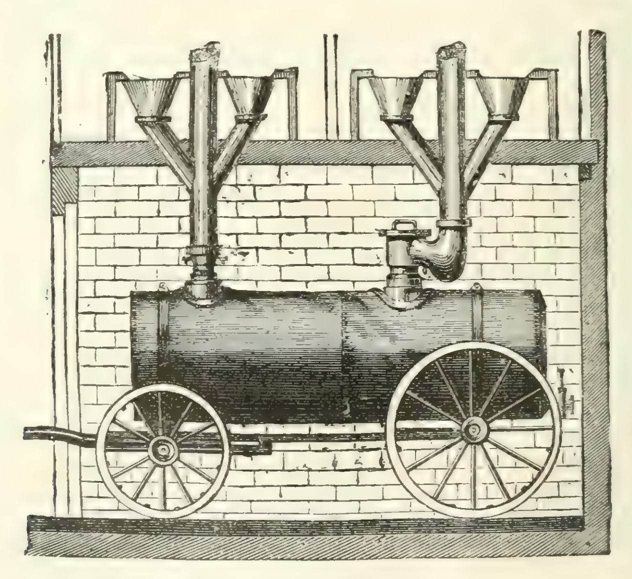
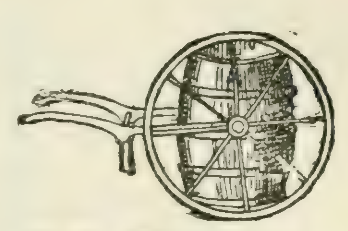


Fig. 19. Heidelberger Tonnenwagen.

wendet man Tonnenwagen (Fig. 19). Für solche Hausbesitzer, die direkt Verwendung für den Dünger haben, stellt man Bütten (Fig. 20) auf, die mit Tragbändern, wie eine Kiepe, auf dem Rücken getragen werden oder kleine Tonnen, die in einem zweirädrigen Handkarren (Fig. 21) hängen.

Die gußeisernen Fallrohre sind mindestens 21 cm weit, stehen senkrecht und werden möglichst dicht mit dem Siphon sowohl, wie mit den unter einem spitzen (höchstens 30°) Winkel einfallenden, von den Klosetten herkommenden, Seitenrohren verbunden (Fig. 18). Ein an der Einmündung angebrachter, etwas hervortretender Spornfortsatz verhindert das Anhaften von Fäkalien. — Das Fallrohr geht zur Lüftung mehrere Fuß über das Dach hinaus oder wird vom tiefsten Punkte aus durch ein am Küchenschornstein liegendes besonderes Luftrohr ventiliert.


Fig. 20. Abtrittsbütte.


Fig. 21. Fahrbare Holztonne.

Die Abtritte werden je nach dem Preise, den man anwenden will, verschieden eingerichtet, einfache Trichter von emailliertem Eisen oder Porzellan, ohne oder mit Klappe, ohne oder mit automatischer Wasserspülung u. s. w.

Die Tonnen stehen immer nur im untersten Geschosse in einer besonderen Tonnenkammer. Bei sehr tiefem Stande sind besondere Einrichtungen zum Aufwinden der Tonnen getroffen (Fig. 22, S. 76).

Die Auswechselung der Tonnen erfolgt mindestens 1 mal wöchentlich, in größeren Häusern 2—3 mal wöchentlich. Sie dauert 1—2 Minuten, der Schieber am Siphon wird gehoben, ein fester Deckel mit Bügel auf die gefüllte Tonne geschraubt, eine leere reine Tonne untergestellt und mit dem Siphon verbunden. 2 Arbeiter tragen die Tonne auf den vor dem Hause stehenden Transportwagen (Fig. 23, S. 76) der sie nach einem Schuppen vor der Stadt bringt. Hier wird sie mit Kette und Rolle in die Höhe gewunden und in die bereit stehenden Jauchewagen der Landwirte ausgegossen und darauf rein gespült. Das Spülwasser kommt auf den nach derselben Stelle aus der Stadt geführten Straßenkehricht. Die Tonnen werden desinfiziert. Wenn in einem Hause ansteckende Krankheiten herrschen, so werden besondere Tonnen aufgestellt.

Die Abfuhr der Tonnen findet bei Tage statt und hat bisher zu keinerlei Klagen wegen Unreinlichkeit oder verletzten Anstandsgefühls Veranlassung gegeben.

Die Tonnen, Wagen etc. werden von der Fabrik Fischer & Co. in Heidelberg angefertigt und sind in einer Abhandlung von Curt Maquet[6] genauer beschrieben und abgebildet.

Bei starken Wintern, z. B. 1880/81, wurde Einfrieren des Siphons beobachtet; es ist deshalb dringend wünschenswert, die Tonnenkammer so einzurichten, daß sie frostfrei ist. Wo dies nicht möglich ist, wende man den von Gebrüder Schmidt in Weimar konstruierten Siphon mit beweglicher Zunge und Heizvorrichtung an, wie ihn Figur 24 darstellt.

Der Heidelberger Tonnenverein, dem ursprünglich die Abfuhr der Tonnen zufiel, hat mit Beginn 1890 die ganze Tonnenabfuhr der Stadtverwaltung übergeben.

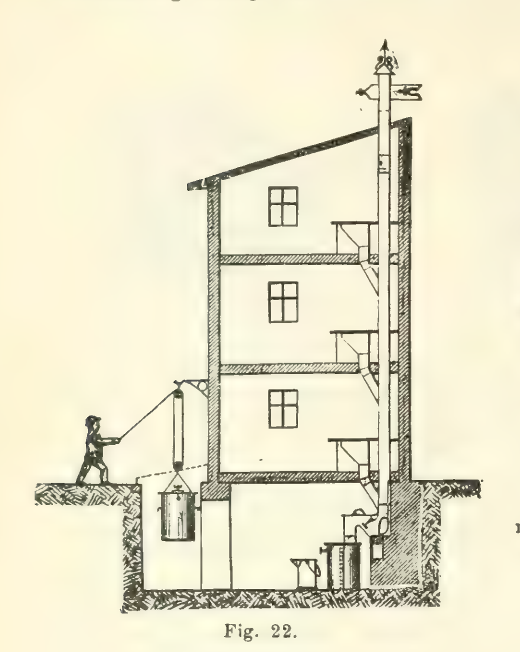


Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 22. Querschnitt eines Tonnenhauses mit Tonnenraum im Souterrain und Aufzug.

Fig. 23. Transportkarren für Tonnen.

Von einzelnen Autoren sind noch Verbesserungen des sogenannten Heidelberger Tonnensystems vorgeschlagen. Pagliani[6], der sich übrigens sehr günstig über das Tonnensystem ausspricht, schlägt vor, über der Einmündung des Rohres in die Tonne einen doppelten Siphon anzubringen, einen für das Abfallrohr der Exkremente der einen Etage, den anderen für dasselbe aus der anderen Etage, so daß die Emanationen der Tonne, hervorgebracht durch Exkremente der einen Etage, nicht durch das betreffende Fallrohr der anderen Etage sich mitteilen können.

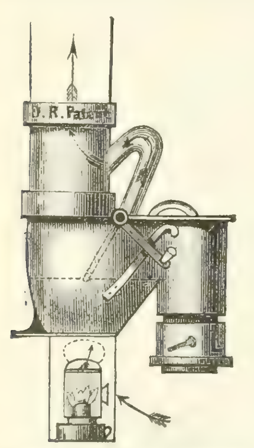


Fig. 24. Heizbarer Siphon mit beweglicher Zunge.

Kruse[7] wünscht nach seinen Erfahrungen in Norderney folgende einfache Ventilation eingeführt zu sehen. Die Tonne steht unter dem Abortsitz, ein mit der aufklappbaren Sitzplatte fest verbundener Trichter ragt in dieselbe hinein, von der Tonne geht ein Rohr am Küchenschornstein hinauf, das oben in einem Wolpert'schen Essenkopfe endigt.

Bernatz[8] will den Tonnenraum mit Schienen versehen, auf denen die Räder des Tonnenwagens direkt einlaufen können. Das Abfallrohr geht mit seinem unteren Ende in den Tonnendeckel, ist hier mit einer Hülse um-

schlossen und wird beim Entleeren einfach in die Höhe geschoben, während ein Blechdeckel die Tonne schließt.

2. Tonnensysteme mit Einrichtung zur Desodoration oder Desinfektion[9].

Dieselben Anforderungen, die wir (S. 71) an das Tonnensystem ohne Desodoration oder Desinfektion in Bezug auf Form, Material, Anzahl, Ventilation, Wechsel, Abfuhr und Entleerung der Tonnen gestellt haben, müssen wir auch hier aufrecht erhalten; selbstverständlich mit denjenigen Modifikationen, die der betreffenden Desodorations- oder Desinfektionsmethode entsprechen.

α) Mit Trennung der festen und flüssigen Exkremente.

Wenn man auch mit dem gewöhnlichen Tonnensystem die Unannehmlichkeiten vermied, die menschlichen Exkremente lange Zeit in den menschlichen Wohnungen in eventuell durchlässigen Gruben sich ansammeln und dadurch Boden, Wasser und Luft verunreinigen zu lassen, so hatte man doch, namentlich in größeren Städten, mit den Schwierigkeiten zu kämpfen, daß die Abfuhr der gesamten menschlichen Fäkalien zu große Kosten machte. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, versuchte man, den Harn von den festen Exkrementen in den Tonnen zu trennen. Es sind von diesem Gedankengange aus eine Reihe von Konstruktionen erfunden, von denen wir die wichtigeren hier aufführen wollen:

1) Der Tonnen-Diviseur von Dugleré[10]. Derselbe wurde in Frankreich zuerst durch Huguin hergestellt und besteht aus einem etwa 1 hl fassenden Holz- oder Metallgefäße, an dessen unterem Ende, wie Fig. 25 zeigt, sich eine durchlöcherte Platte befindet, welche die Flüssigkeiten in ein abführendes Rohr und durch dieses in die Seele leitet. Das Gefäß befindet sich in einer gemauerten Grube (Fig. 25)

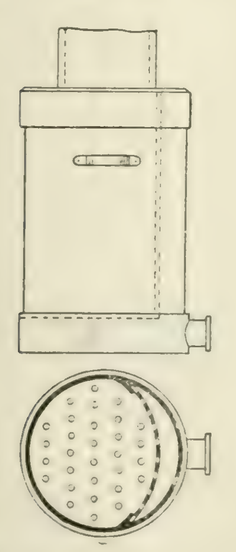


Fig. 25. Tonnen-Diviseur von Dugleré.

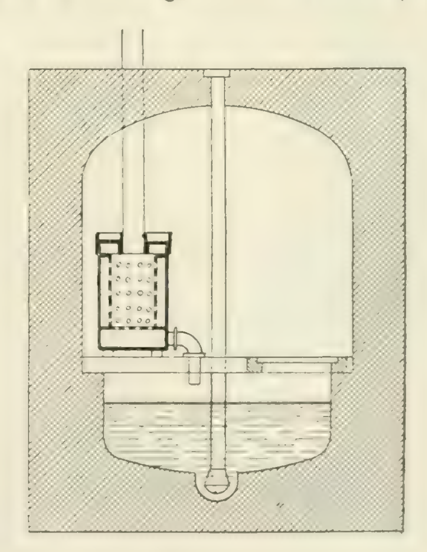


Fig. 26. Huguin'scher Separateur.

(z. B. im Hôtel de Ville und den Halles centrales in Paris) und wird, wenn es nahezu gefüllt ist, durch ein ähnliches leeres ersetzt.

Es werden demnach nur die festen Exkremente in der Tonne zurückgehalten, während die hygienisch nicht unbedenklichen und für die Landwirtschaft wertvolleren flüssigen Stoffe einfach in die Kanäle abfließen.

2) Huguin'scher Separateur. Dieser besteht nach Levy[11], wie aus Fig. 26 (S. 77) ersichtlich, aus zwei ineinander steckenden Cylindern von denen der innere siebartig durchlöchert ist, und einem unter denselben befindlichen Behälter von Eichenholz oder Mauerwerk, aus dem dann die ausgelaufene Flüssigkeit in einen Kanal gelangt oder ausgepumpt wird. Der Tonnenraum wird durch ein Abzugsrohr nach oben ventiliert.

3) Tonnen-Diviseur von Cazeneuve[12]. Derselbe bewirkt die Trennung der Faeces und des Urins, wie Fig. 27 zeigt, durch ein durchlöchertes metallenes Rohr *C*, welches den Urin aus der Aufnahmetonne *b* in eine darunter gestellte Tonne *d* leitet. *a* ist das Fallrohr.

4) Tinette filtrante mit dem Apparate Richer. Erisman[1b] schreibt darüber nach (Bürkli) folgendes: „Es ist dies eine aus galvanisiertem Eisenblech bestehende Tonne mit einer senkrecht stehenden durchlöcherten Scheidewand. Der Kot wird zurückgehalten, der Harn dagegen fließt durch eine am Boden befindliche Ausflußröhre ab, entweder in eine andere Tonne oder in den Straßenkanal. Diese Einrichtung hat den großen Nachteil, daß Flüssigkeiten und feste Massen erst getrennt werden, nachdem sie sich in der Tonne schon vermischt hatten, und daß immerhin ein ziemlich bedeutender Teil feinerer suspendierter Stoffe mit der Flüssigkeit durch das Sieb hindurchgeht, da ja die Löcher desselben, um nicht einer raschen Verstopfung ausgesetzt zu sein, nicht allzu eng sein dürfen“.

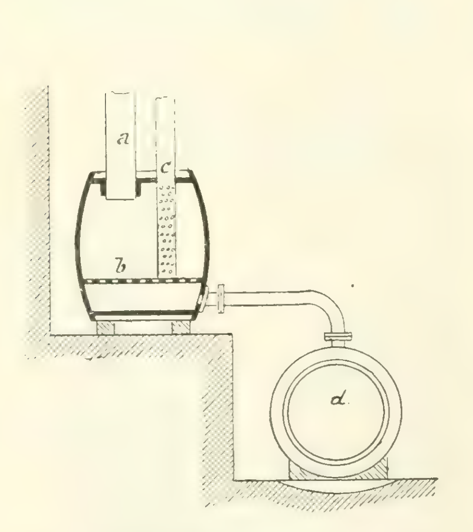




Fig. 27. Tonnen-Diviseur von Cazeneuve.

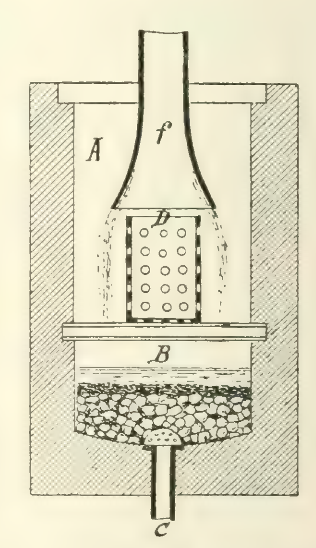
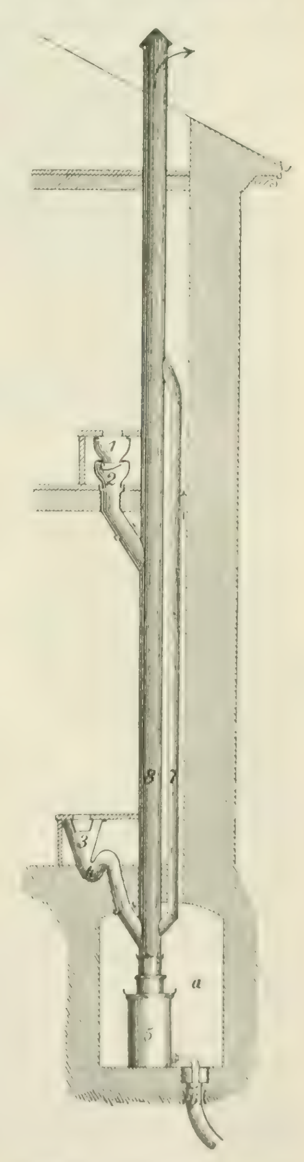


Fig. 28. Tinette filtrante von Belicard und Chenaux. *A* Tonnenkammer; *B* Filterraum; *C* Abflufsrohr in den Kanal; *D* Tonne; *F* Unten erweitertes Fallrohr.

5) Tinette filtrante mit dem Apparate von Belicard und Chenaux (Fig. 28 S. 78) soll nach Erisman die Uebelstände des Richerschen Apparates vermeiden. Der genannte Autor schreibt darüber: „Zur Trennung der Flüssigkeiten von den festen Stoffen schon vor ihrer Vereinigung in der Tonne wird hier die Eigenschaft der Flüssigkeit benutzt, an den Wandungen der Fallröhre herunterzufließen, während die festen Stoffe mehr direkt in die Tonne fallen. Unmittelbar über der letzteren befindet sich am Fallrohre eine Erweiterung *f*; wenn die Flüssigkeit dieselbe erreicht hat, folgt sie den ausgebogenen Wandungen, wird dann von einer horizontal verlaufenden Röhre aufgenommen und durch dieselbe in eine besondere Tonne oder in den Straßenkanal abgeleitet, während die Faeces durch die senkrechte Fortsetzung der Fallröhre in die für sie bestimmte Tonne *D* gelangen. Schon aus der hier beschriebenen Konstruktion ist ersichtlich, daß der Zweck der Trennung durch diese Einrichtung nur unvollkommen erreicht wird; größere Wassermassen; der Inhalt von Nachttöpfen u. s. w., auf einmal entleert, gelangen wohl vorzugsweise in die für Kotmassen bestimmte Tonne“.

Nach Kaftan [13] ist dies System in Frankreich vielfach benutzt, „namentlich hat Canier durch ein System von Konusen eine ziemlich vollständige Trennung des Urins vom Kote erzielt. Solche Einrichtungen sind jedoch zu kostspielig und begünstigen durch Vergrößerung der Verdunstungsfläche die Ausdünstung“.


Fig. 29. Züricher Tonnen-Scheide-System.

6) Das Züricher Tonnen-Scheidesystem [14] beruht darauf, daß bei einer vollständigen Spülung der Klosette mit Wasser, ähnlich wie beim Schwemmkanalsystem, mit Klappenverschluß, Siphons etc., die sämtlichen mit Wasser verdünnten Exkremente in eine im Souterrain in einer Tonnenkammer *a* aufgestellte, vollständig hermetisch an das Fallrohr angeschlossene Tonne 5 aus Eisenblech gelangen (Fig. 29). Eine durchlöcherte Scheidewand hält die festen Teile zurück, und die flüssigen Massen gelangen durch ein unten befindliches Abflußrohr 6 in das Schwemmkanalnetz. Die gefüllten Tonnen werden ausgewechselt durch eine nur von außen zugängliche Thür der Tonnenkammer. Nach Bürkli genügen für je 20 Personen Tonnen, welche bei 4-tägiger Abfuhr 200 Pfd. Exkremente aufnehmen können. Auch für Ventilation ist bei diesem System gesorgt, indem die Tonnengase nur durch das über das Dach verlängerte Fallrohr 8 entweichen können, ebenso ist vorgesehen, daß, falls das Fallrohr gerade durch hineinkommende Flüssigkeiten gefüllt sein

sollte, die Gase durch eine Extraröhre 7, die direkt von der Tonne nach dem oberhalb des obersten Klosetts belegenen Teile des verlängerten Fallrohres führt, entweichen.

β) Mit Beimengung von desodorierenden oder desinfizierenden Mitteln.

Da man die Geruchlosigkeit der Tonnen mit dem soeben beschriebenen System der Trennung fester und flüssiger Massen nicht erreichen konnte, kam man darauf, zu diesem Zwecke desodorierende oder desinfizierende Substanzen zuzusetzen; hierauf beruht:

Das Petri'sche Tonnensystem[15]. Unter dem Sitzbrette des Klosetts befindet sich ein unten halbcylindrisch geformter Trog. In diesem ist eine größere Menge des Petri'schen Desinfektionspulvers (nach Schürmann[16] 3 Teile fein gepulverter Torf, 2 Teile Steinkohlengrus, $^1/_{20}$ Teil schwerer Gasteer und nach Belieben Sand und andere Abfälle zugemischt) angehäuft. Die hineinfallenden Kotmassen werden von dem Pulver sofort umhüllt, eine Rührschnecke in dem Troge besorgt einigemal täglich die Vermengung der Fäkalien mit dem Pulver. Wenn das Pulver feucht zu werden beginnt, wird es durch einen unten angebrachten Schieber in Transportgefäße entleert und später in Maschinen, die den Ziegelsteinpressen ähnlich, zu Fäkalsteinen gepreßt.

Für den Fall, daß mehr Flüssigkeiten zugeführt werden, nimmt man statt des Troges eine Tonne, in der nach Rubner[17] das Desinfektionsmittel zwischen zwei Rosten (Fig. 30) aufbewahrt ist. Bei größerem Zufluß von Flüssigkeiten, z. B. Bade-, Wasch- oder Hauswässern, sollen sich diese bei *d* stauen und ungereinigt durch ein Rohr *c* abfließen, in das bei *b* die durch die Desinfektionsmasse gereinigten resp. desodorierten Flüssigkeiten ebenfalls gelangen. Da es keineswegs unbedenklich ist, diese Hauswässer ungereinigt ablaufen zu lassen, und schwerlich sämtliche Fäkalflüssigkeiten desinfiziert bei *b* abgehen, so hat auch dieses System seine sanitären Bedenken.

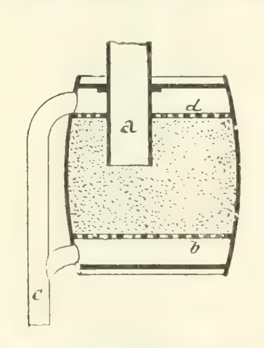


Fig. 30. Petri'sche Tonne, Modifikation von Rubner.

Was die weitere Verwertung der Fäkalsteine anbetrifft, so sollen dieselben nach den Absichten des Erfinders als Brennmaterial benutzt und die resultierende Asche zu Dungzwecken verwendet werden. Diese Zwecke werden nur in äußerst geringer Weise erreicht, da die wertvollen Dungstoffe der Exkremente, der Stickstoff und die organischen Substanzen, vorher durch das Verbrennen zerstört werden.

Andere, namentlich Gegner der Schwemmkanalisation und der Wasserklosetts, wie z. B. Ochwadt[18], haben sich sehr günstig über das Petri'sche Tonnensystem ausgesprochen.

Ueber die Mischung der Exkremente in den Tonnen mit Erde, Asche, Torfstreu etc. siehe weiter unten bei den Klosettsystemen.

Eine Modifikation des Tonnensystems stellt das Kübel-, Eimer- oder Kastensystem dar. Dasselbe besteht darin, daß unter dem

Fallrohr ein nach oben völlig offener hölzerner oder metallener Kübel, Eimer oder Kasten aufgestellt wird, in den die Exkremente bei der Benutzung des Klosetts hineinfallen.

Aehnlich wie bei den eigentlichen Tonnensystemen werden diese Kübel ohne oder mit Zumischung von desodorierenden oder desinfizierenden Substanzen gebraucht. Nach Uffelmann[19] werden z. B. in Rostock Kübel (Fig. 31) von mit Leinöl getränktem Eichenholz benutzt, die etwa 70 l fassen, mit 2 seitlichen Griffen versehen sind, wöchentlich 1—2 mal abgeholt und für den Transport mit einem luftdicht aufschraubbaren Deckel versehen werden. In Rochdale gebraucht man nach Mitgau[20] halbe Paraffinfässer, deren Boden mit Asche und Kochsalz bestreut ist, die mit 2 Griffen versehen, für den Transport mit doppelten Deckeln verschlossen und wöchentlich 1—3 mal ausgewechselt werden. In Braunschweig verwendet man, wie ich[21] das näher beschrieben habe, Zinkeimer, die an einem Henkel getragen, mit einem Deckel für den Transport versehen, mit Torfstreu ausgefüllt und wöchentlich 1—3 mal ausgewechselt werden. In Manchester, Gröningen, Schwerin sind ähnliche Maßnahmen getroffen.

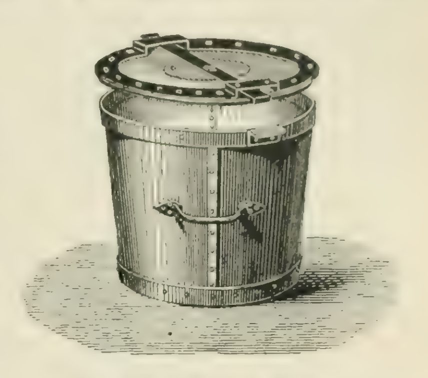


Fig. 31. Rostocker Kübel.

Gewiße Eigentümlichkeit hat das Kübelsystem Blanchard. Ueber die danach ausgeführte Düngerbereitung (der Compagnie Foncière Lucian Henri Blanchard & Co.) berichtet Bürkli[22]:

„In einem mit doppeltem Boden versehenen Abtrittskübel, dessen oberer Boden oder Zwischenwand durchlöchert ist, wird auf diesem durchlöcherten Boden eine Schicht Pferdehaare, Gerberlohe oder dergl. von einigen Centimeter Dicke, darüber eine Schicht schwefelsaurer Magnesia und zuletzt noch eine mit Phosphorsäure getränkte Schicht filtrierender Substanzen angebracht. Der Kübel wird so unter das Abfallrohr gestellt, und es fallen die Abtrittsstoffe auf den Filter, die Flüssigkeiten fließen durch denselben ab, wobei sie allen Ammoniak durch Wirkung der Phosphorsäure und der schwefelsauren Magnesia abgeben und aus der unteren Abteilung völlig geruchlos abgeleitet werden können. Zugleich wirkt die Desinfektion auch auf die über dem Filter zurückgehaltenen festen Stoffe, sodaß der ganze Kübel völlig geruchlos ist."

Versuche in Mittray und Toulouse sollen nach Bürkli sehr gut ausgefallen sein. Offenbar war aber die Phosphorsäure viel zu teuer.

Aus neuerer Zeit ist über das System Blanchard nichts bekannt geworden.

Das Kübel- oder Eimersystem hat den hygienischen Nachteil, daß die Luft in dem Abortraume und dadurch auch in der betreffenden Wohnung durch unvermischte Exkremente sehr bedeutend und auch mit desodorierenden Mitteln vermischt, immer, wenn auch in geringem

Maße, verunreinigt wird. Ein Vorzug liegt darin, daß bei der Kleinheit der Eimer und Kübel den Tonnen gegenüber eine noch häufigere Entfernung der Kübel aus den Wohnungen stattfinden muß. Selbstverständlich müssen die sanitären Anforderungen, die wir oben an das Tonnensystem gestellt haben, auch hier Platz greifen, wie Impermeabilität der Kübel, regelmäßiger Wechsel, sorgfältige Reinigung der Kübel und der Räume, in denen die Kübel aufgestellt sind, undurchlässiger Fußboden des Kübelraumes u. s. w.

Das Tonnen- (bez. Kübel-, Eimer- oder Kasten-)System ist in vielen Städten eingeführt. Um ein Bild über die praktische Durchführbarkeit, die Kosten u. s. w. zu geben, wollen wir dasselbe an einer Reihe von Beispielen hier schildern, da fast jede Stadt bestimmte Eigentümlichkeiten bewahrt hat, die mehr oder weniger der Nachahmung wert sind.

1. Augsburg.

Seit 1867 muß jeder Neubau und jeder größere Umbau mit Tonnen versehen sein. Nach Heiden[23] setzen sich die Kosten für die Abfuhr folgendermaßen zusammen:

Für Wechsel der Tonnen zahlt jeder pro Jahr 90 Pf. (Kinder für $^1/_3$ gerechnet). Die Stadtkasse zahlt dem Unternehmer seit 1881 jährlich 4000 M. (pro Haus 5 M.). Die Tonnen hat der Hausbesitzer zu beschaffen, kann sie aber vom Unternehmer zu 20 Pf. jährlich mieten. Die Stadt hält 2 Aufseher zur Ueberwachung und Kontrolle der Unternehmer und hat ein Depot außerhalb der Stadt gebaut für 11 708 M. Die Landwirte holen hier auf Entfernungen von 3—4 Stunden die Fäkalien ab und zahlen pro cbm 1 M. Reicht der Raum des Depots nicht aus, so werden die Fäkalien direkt in den Fluß gelassen.

In allen älteren Häusern bestehen noch Gruben, deren Inhalt ebenfalls nach dem Depot gebracht oder direkt in den Fluß entleert wird.

Seit 1881 verarbeitet eine Podewils'sche Fäkalextraktfabrik ausschließlich Tonneninhalt.

2. Emden.

Das Tonnensystem der Stadt Emden[24] zeichnet sich dem Heidelberger gegenüber durch besondere Einfachheit und Billigkeit aus.

Emden, im Jahre 1880 mit einer Einwohnerzahl von 13 667 Einwohnern und 1890 meist von einer oder höchstens zwei Familien bewohnten, durchschnittlich 6—7 Personen zählenden Häusern, liegt in der Marsch, 4 Kilometer von der Ems entfernt, hat bis zu den Entwässerungsschleußen, die die Binnentiefen vom Hafen abschließen, Ebbe und Flut. Die Binnentiefen durchziehen die ganze Stadt, vermitteln den Schifffahrtsverkehr mit dem Binnenlande und entwässern dies. Der bebaute Teil der Stadt liegt durchschnittlich nur 2 m über gewöhnlicher Fluthöhe. Das Grundwasser tritt in den offenen Schlöten zu Tage, Gräben, die in den nicht dicht bebauten Stadtteilen die Entwässerung und Abgrenzung der Grundstücke besorgen. Durch die Eigentümlichkeit der Lage der Stadt war Schwemmkanalisation oder Grubensystem ausgeschlossen, Liernur's oder Berlier's System fiel aus finanziellen Gründen fort, die Stadt führte daher das sogenannte Delfter Tonnen-

system zur Verbesserung der Städtereinigung 1878 ein, kaufte auf städtische Kosten die nötigen Plätze, Tonnen, Wagen, Wagenschuppen etc. und fand einen Generalunternehmer, der das ganze Anlagekapital mit 6 Proz. verzinste und noch jährlich 6000 Mark für den erhaltenen Dünger zahlte. Seit dem 1. April 1879, wo diese Einrichtungen ins Leben traten, waren im Januar 1885 rund 1000 Tonnen in 697 Privathäusern angeschlossen.

Der Abort besteht aus einem einfachen Sitz mit einer darunter gestellten Faßtonne und läßt sich in jedem abgeteilten Raume im Hause anbringen. 3—4 Klötze am Boden sorgen beim Wechseln der Tonne dafür, daß diese immer die richtige Stellung bekommt. Das Sitzbrett des Aborts ist zum Aufklappen eingerichtet. Unter dem Sitzbrette ist der Trichter angeschraubt. Bei zugeklapptem Sitzbrett schließt der Mantel des Trichters an die Tonnenöffnung dicht an, und nur die untere Oeffnung des Trichters, etwa 7—10 cm weit, bleibt sichtbar. — Die Tonnen werden wöchentlich 2mal abgeholt, das Sitzbrett aufgeschraubt, das vordere Brett des Abortsitzes entfernt, die volle Tonne fortgenommen und die sogenannte Wechseltonne eingestellt. An jeder Tonne sind 2 eiserne Haken in der Mitte angebracht, in welche die Arbeiter ihre Trageisen einhängen. Tonnen von 29 und 41 l Inhalt sind in Gebrauch. Im Tonnenraum wird die volle Tonne mit einem dort bereit liegenden, gut schließendem Deckel geschlossen. Die Tonnen werden auf Wagen geladen und nach dem Dünger- oder Tonnenschuppen gefahren und der Inhalt hier mit dem Straßenkehricht u. s. w. gemischt und kompostiert. Auch der Urin wird an den öffentlichen Pissoirs in Tonnen gesammelt und nach dem Düngerschuppen gefahren. Nach der Entleerung werden die Tonnen neben dem Düngerschuppen auf einer Brücke am Rande des schiffbaren Wassergrabens mit Wasser und einer großen Piassava-Walzenbürste gereinigt. Da der Dünger erfahrungsgemäß nur 2mal im Jahre, im Frühjahr und Herbst verkauft wird, so sammeln sich in der Zwischenzeit die Düngmassen $2^1/_2$—3 m hoch an, die Flüssigkeit sickert nach unten und wird in einem Jauchebassin aufgefangen, in das auch der Urin entleert wird. Fuderweise und Schiffladungsweise wird der Dünger verkauft, und zwar in der Zeit vom 1867—1883/84 durchschnittlich jährlich 45 383 Centner, der Centner durchschnittlich zu $24^1/_2$ Pfennig. Bis 1883/84 hatte der Unternehmer noch in keinem Jahre seine Kosten gedeckt. Wie z. Z. (am 1. April 1889 war der Kontrakt mit dem Unternehmer abgelaufen) die Einnahmen für den Unternehmer sich stellen, ist unbekannt, jedenfalls hat die Stadt eine direkte Einnahme von ihrem Tonnensystem und scheint nach dem Berichte ihres Bürgermeisters Fürbringer damit zufrieden zu sein.

Wenn auch zugegeben werden soll, daß das Emdener Tonnensystem den Vorzug großer Einfachheit und Billigkeit hat, ja sogar der Kommune noch Geld einbringt, so entspricht dasselbe doch nicht den hygienischen Anforderungen, die wir an alle Tonnensysteme stellen müssen, indem eine permanente Ventilation der Abtritte und Fallrohre fehlt, also die Gerüche der Fäkaltonne notwendigerweise sich der Wohnung mitteilen und durch die Fäkaliendepots für die Nachbarschaft abscheuliche Dünste entstehen müssen, wie wir sie später bei Gelegenheit der Kompostierung der Fäkalien nach Liernur's System in Amsterdam schildern werden. Höchst bedenklich ist das

Ausspülen der Tonnen über dem schiffbaren Wassergraben, wodurch pathogene, in den Faeces enthaltene, Mikroorganismen außerordentlich leicht Weiterverbreitung finden können. Selbstverständlich ist ein derartiges Tonnensystem nur in kleinen, von einer Familie bewohnten, meist einstöckigen Häusern anwendbar, keinesfalls in mehrstöckigen, von vielen Familien bewohnten Häusern.

3. Gröningen.

In Gröningen werden die Exkremente in meist unbedeckten Kübeln aufgefangen und jeden dritten Tag von 6—8 Uhr morgens seitens der Stadtgemeinde in ein vor der Stadt an einem Schiffahrtskanale gelegenes Depot gefahren. Dieses besteht aus einer Anzahl bedeckter, 2 m tiefer gepflasterter Gruben, die den Kehricht aufnehmen. Dieser wird in der Weise in den Gruben eingeschüttet, daß sich Zwischenwände und Gruben bilden. In diese Gruben werden die Fäkalien geschüttet, der Kehricht entzieht denselben die Flüssigkeit und bildet einen sehr guten Kompost. Die überschüssige Jauche fließt in gemauerte, bis 6 m tiefe Behälter ab und wird hieraus von Zeit zu Zeit abgepumpt und per Schiff von den Landwirten abgeführt.

Die Jauche wird weniger in den umliegenden Moordistrikten begehrt als der kompostierte Dünger.

Sehr günstig urteilt darüber J. S. Visser[25], während nach Kaftan[26] „das ganze Verfahren ein primitives ist und sich der üble Geruch namentlich des Morgens während des Transportes in der Stadt unangenehm bemerkbar macht". Aehnliches schreibt Varrentrapp nach Heem de Gens[25a].

4. Göteborg.

In Göteborg in Schweden hat sich in den letzten Jahrzehnten ein eigentümliches Kastenabfuhrsystem entwickelt. Während man früher die Abfallstoffe und Exkremente in Abtrittsgruben sammelte, führte man in den 60er Jahren ein Kastensystem ein, das seit 1885 unter direkter Kontrolle der Stadtverwaltung steht. Die Aborte liegen sämtlich außerhalb der Häuser, unter diesen befinden sich auf Schienen fortzufahrende, massive Holzkasten, deren Boden mit Cement belegt ist und die täglich mit einer Schüttung Kalk oder Torfstreu versehen werden. Kleinere Hausklosetts werden auch in diese Hofabtritte entleert. Jede Woche wird der Inhalt abgefahren. Der Müll wird in kleineren, auf Cement stehenden Tonnen gesammelt und täglich entleert. $^3/_4$ aller Bewohner lassen die Abfuhr jetzt durch die Stadt besorgen. Die Kalkpoudrette wird per Eisenbahn nach einer Fabrik geführt und dort lufttrocken gemacht, die Torfpoudrette wird mit dem Müll in „Prahme" geladen und direkt zum Landwirt geführt, sodaß auf den städtischen Abladeplätzen möglichst wenig abgelagert wird.

Im Jahre 1890 betrug der Zuschuß aus der Stadtkasse für 2350 Hausbesitzer 11 750 Kronen, indem die Abfuhr 123 000 Kronen kostete und der Verkauf der Poudrette etc. 78 000 Kronen ergab; es wurden verkauft

113 000 hl	Kalkpoudrette	für	56 000 Kron.
24 800 „	Torfstreuexkremente	„	4 600 „
254 000 „	Küchenabfall	„	17 000 „

In hygienischer und ökonomischer Hinsicht ist man nach Ernst Almquist[27] mit dem System zufrieden. Derselbe glaubt, daß nach dem Einführen dieser geregelten Abfuhr die Sommerdiarrhöen stark im Abnehmen begriffen sind.

5. Kopenhagen.

Ueber das Kopenhagener Tonnensystem macht V. Budde[28] in neuester Zeit folgende Angaben:

Die Fäkalien werden in Tonnen gesammelt, diese abgefahren und außerhalb der Stadt in großen Behältern aufbewahrt. Die älteren bestehen aus einfachen, in dem reinen Lehmboden ausgegrabenen Gruben, die neueren sind mit Betonmauern ausgekleidet. Die Bodenproben, die in der Nähe der nicht ausgemauerten Behälter entnommen wurden, zeigten keine auffallende Verunreinigung:

	Boden 6 Fufs entfernt	Boden 12 Fufs entfernt	Boden noch weiter entfernt
Wasserfreie Phosphorsäure	1,644 p. m.	0,920 p. m.	1,120 p. m.
Chlornatrium	0,760 „ „	0,877 „ „	0,877 „ „

Die Zusammensetzung der Fäkalien war folgende:

Wasser	88,410	Proz.
Organische Substanzen	9,364	„
In Säure lösliche organische Substanzen .	1,873	„
In Säure unlösliche organische Substanzen	0,353	„
Darin Stickstoff . .	0,600	Proz.
Phosphorsäure	0,473	„
Kali . . .	0,371	„

Die Fäkalien werden entweder direkt an die Landwirte verkauft oder in besonders konstruierten Wagen mittels der Eisenbahn verschickt.

Verschiedene Mängel werden bei dem Tonnensystem zugestanden.

6. Weimar.

In Weimar wurde das System durch „Ortsstatut über die Einführung der Aborte mit Tonnensystem vom 20. September 1880" für alle neu zu bauenden oder schon vorhandenen Häuser, die einem gänzlichen Umbau unterworfen werden, eingeführt.

Statut und genaue Beschreibung der dort angewandten Apparate nebst Abbildungen finden sich in dem Preisverzeichnis der Eisen- und Blechwarenfabrik von Gebrüder Schmidt, Weimar.

Gärtner hat ein Gutachten[29] über das Weimarer System abgegeben und sich für Beibehaltung desselben ausgesprochen, dabei aber gefordert, „für bessere Abfuhr zu sorgen und die Mängel der Einrichtung und Ausführung zu beseitigen".

7. Stade.

In Stade wird die Reinigung der Tonnen vor der Auswechselung mit warmem Wasser, Besen und Bürsten vorgenommen, und zwar sowohl außen wie innen und dann die Innenfläche mit einem Gemisch von 15 Teilen Wasser und einem Teile eines Gemisches von 10 Teilen Schwefelsäure und 5 Teilen Karbolsäure ausgeschwenkt.

8. Görlitz.

Seit 1873 ist das Grazer Tonnensystem eingeführt. Die Tonnen werden durch Ausspülen mit Wasser gereinigt und dann mit Karbolsäure desinfiziert.

9. Glatz.

In Glatz werden die Tonnen im Sommer mit Wasser, im Winter mit Wasser unter Karbolsäurezusatz gespült.

10. Kiel.

Seit dem 1. Mai 1880 ist in Kiel das Kübelsystem obligatorisch eingeführt. Die tragbaren Kübel werden, fest geschlossen, in einem gut schließenden Kastenwagen 2 mal wöchentlich bei Tage in Depots vor der Stadt abgefahren.

Zur Desinfektion werden in jeden Kübel 50 g Karbolsäure geschüttet. Nach Heiden [30] waren 1885 im ganzen 4189 Kübel vorhanden, deren Entleerung 62 835 M. kostete.

11. Graz.

In Graz ist das Tonnensystem nach Schwarz [31] seit 1839 allmählich eingeführt.

12. Greifswalde.

Greifswalder Tonnensystem. Nach F. Kornstädt's [32] experimentellen Untersuchungen über das in Greifswald eingeführte neue Kübel-Reinigungsverfahren wird die Abfuhr in folgender Weise gehandhabt. Die 30 l fassenden Kübel bestehen aus gutem, mit Oel getränktem Eichenholz, sind mit verzinkten Bändern versehen und werden mittels eines eisernen Deckels mit Gummiring durch einen Bügel mit durchgehender Schraube geschlossen. Wöchentlich ein- oder zweimal werden die gefüllten Kübel in geschlossenem Wagen abgefahren und dafür frisch gereinigte Kübel eingestellt. 2 Kilometer vor der Stadt befindet sich die Abfuhrkübel-Reinigungsanstalt mit der Grube, in die die Fäkalien ausgeschüttet werden. Nach kräftiger Durchrührung wird der Inhalt durch Saugpumpen auf in der Nähe aufgeschüttete Müll- und Kehrichthaufen gepumpt und diese dadurch zu Komposthaufen verwandelt, die nach ca. 9 Monaten nach häufiger Umschaufelung als Dünger an die Landwirte verkauft werden.

Da bei dem Wechsel der Tonnen, falls die Reinigung und Desinfektion nicht genügend geschieht, immer die Gefahr vorliegt, daß Krankheitskeime von einem Hause ins andere verschleppt werden, ist ein ganz besonderer Wert auf die Reinigung gelegt. Nach Kornstädt geschieht dieselbe in der Weise, daß durch einen Brauseapparat (aus der Maschinenfabrik von Keßler) ein Dampfwassergemisch unter einem gewissen Druck gegen die zu reinigende Fläche geführt wird. Die Brause (Fig. 32 S. 87) besteht aus einem aufrecht stehenden cylindrischen, der Höhe des Kübels entsprechendem Brauserohr (*a*), welches durch 4 Streben (*b*) gegen den Fußboden den nötigen Halt bekommt. In entsprechender Höhe findet sich an diesem Rohr ein drehbares Gestell, das aus 3 Armen (*c*) mit etwas aufgebogenen Enden besteht zum Aufstellen des umgestülpten Kübels (*d*). Aus einem Dampfkessel (System Cornwall)

mit ca. 4 Atmosphären Dampfspannung wird der Dampf durch ein metallenes Rohr (*e*) zum Brausekopf geleitet. In einem oberhalb des Kessels aufgestellten Behälter, dem Vorwärmer, wird Wasser durch Einleiten von Dampf mittels besonderen Dampfzuleitungsrohres auf eine Temperatur von 50°—56° vorgewärmt. Auch von hier führt eine Rohrleitung (*f*) zum Brauseapparat. Der aus dem Kessel ausströmende Dampf und das vorgewärmte Wasser mischen sich innig in einer in die Dampfleitung eingeschalteten Mischbüchse (*g*). Aus dieser gelangt das Dampfwassergemisch nach dem Niedertreten eines an dem Stande des Arbeiters befindlichen Hebels (*h*) durch ein kurzes Rohrstück in den Brausekopf und aus diesem auf die Innenwand des über den Brausekopf gestülpten Kübels. Beim Forttreten von dem Hebel schließt sich die Zuleitung zum Brausekopf wieder selbstthätig. Ein kleines Bassin (*i*) am Fußboden, mit einem Ableitungsrohre (*k*), führt das verbrauchte Wasser zur Fäkaliengrube. Eine Schutzwand von Eisenblech (*l*), welche das Bassin umgiebt, dient zur Abhaltung von Spritzwasser sowohl vom Fußboden, wie von den Kleidern der Arbeiter. Ein oberhalb des Brauserohres befindlicher Wasserhahn, der ebenfalls mit dem Hebel in Verbindung steht und seine Zuleitung aus dem Rohre für das vorgewärmte Wasser enthält, liefert das Wasser zum Abbürsten der äußeren Kübelfläche. Unter Mitwirkung von Löffler angestellte Versuche ergaben, daß bei neuen Kübeln bei 113° Temperatur und 0,8 Atmosphärendruck des Dampfwassergemischs und einem Wasserverbrauch von 26—27 l in 60 Sekunden die Kübel absolut gereinigt und vollkommen desinfiziert wurden. Die Deckel der zu reinigenden Kübel werden von einer Arbeiterin in einer eigenen Deckelwäsche gesäubert. Es zeigte sich nun, daß im Laufe des Jahres bei den mehr oder weniger innen abgenutzten Kübeln die Desinfektion nicht mehr vollständig eintrat, und Kornstädt rät daher, dieselben etwas länger, vielleicht 2 Minuten der Dampfwirkung auszusetzen oder von vornherein verzinnte, eiserne, innen emaillierte Kübel zu nehmen.

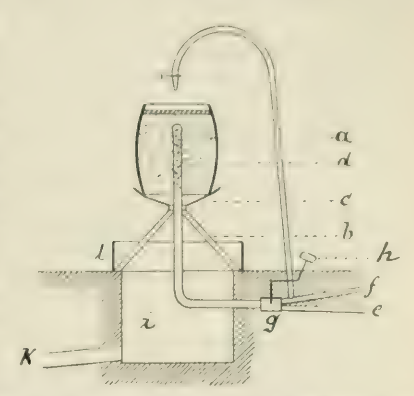


Fig. 32. Kübel-Spülapparat aus Greifswald.

Das Tonnensystem ist vom hygienischen Standpunkte aus, wenn es den geforderten Bedingungen entspricht, entschieden zulässig und, da es eine Verunreinigung des Bodens und Grundwassers leichter verhindert, dem Grubensystem überlegen. Besonders gefährlich ist bei dem Tonnensystem der Transport frischer Exkremente mit pathogenen Mikroorganismen. Dabei müssen die Vorschriften über Desinfektion der Tonne u. s. w. (wie in Greifswalde) ganz besonders beachtet werden. Dann ist von besonderer Gefahr ein Ueberlaufen der Tonne, da dadurch im Hause selbst leicht Infektionsherde entstehen, leichter als selbst bei einem mangelhaften Grubensysteme.

Die verschiedenen vorgeschlagenen Trennungssysteme haben, hygienisch betrachtet, geringen, landwirtschaftlich betrachtet, gar keinen Wert.

In kleineren Städten und bei guter Verwendung des Tonneninhaltes für die Landwirte ist das Tonnensystem bei strenger Kontrolle und zahlreichem Aufsichtspersonale zuzulassen.

Finanziell ist es nur scheinbar von Vorteil, da, wie beim Grubensystem, für Drainage des Untergrundes und Ableitung der Hauswässer besonders gesorgt werden muß.

1) **Fr. von Gruber** *und* **M. Gruber**, *Anhaltspunkte für die Verfassung neuer Bauordnungen in allen die Gesundheitspflege betreffenden Beziehungen*, *Wien - Leipzig* 1893, 81 *ff*. *b*) **Pettenkofer** *und* **Ziemssen**, *Handbuch der Hygiene*, *II. T.* 1. *Abt.* 1. *Hälfte*; **Erisman**, *Die Entfernung der Abfallstoffe* (1882) 121. *c*) **Flügge**, *Grundriſs der Hygiene*, *Leipzig* 1889, 417. *d*) **Heiden, Müller** *und* **von Langsdorff**, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien*, *Hannover* 1885. 36 *ff*. *e*) **Roth** *und* **Lex**, *Handbuch der Militärgesundheitspflege*, *Berlin* 1872, 449 *ff*. *f*) **Uffelmann**, *Handbuch der Hygiene*, *Wien und Leipzig* 1890, 419 *ff*. *g*) **Wiel** *und* **Gnehm**, *Handbuch der Hygiene*, *Karlsbad* 1878 499 *u. ff*. *h*) **Uffelmann**, *Darstellung des auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege in auſserdeutschen Ländern bis jetzt Geleisteten*, *Berlin* 1878, 336. *i*) **R. Virchow**, *Kanalisation oder Abfuhr*, *Arch. f. path. Anat. u. Phys. u. f. klin. Med.* (1869) 45. *Bd.* *k*) *Handbuch der Architektur*, 3. *T.*, 5. *Bd.* 153 *u. ff. und* 359 *u. ff.*

2) **von Kerschensteiner** *im I. Bericht über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat München niedergesetzten Kommission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr in den Jahren* 1874 *und* 1875, 14.

3) **Schauenstein**, *Die Abfuhr der Auswurfsstoffe und die Gesundheitsverhältnisse in Graz, Bericht, erstattet in der* 48. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Graz*, *V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* 248.

4) **Mittermaier**, *Die öffentliche Gesundheitspflege in Städten und Dörfern mit besonderer Beziehung auf die Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe*, *Karlsruhe* 1875, *G. Braun*, 23 *ff*. *b*) *Ders.*, *Vortrag über Tonnensystem in Verhandlungen des intern. V. gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft*, *I. Versammlung in Köln* 1877, *Berlin und Leipzig* 1878, 30 *ff*. *c*) *Ders.*, *V. f. ger. Med. u. öff. Sanitätsw.* (1880) 32. *Bd.* 108. *d*) *Ders.*, *Vortrag über Tonnensystem in denselben Publikationen über III. Vers. in Baden-Baden* 1879, *Frankfurt a. M.* 1881, 44 *ff*.

5) **Curt Maquet**, *Ingenieur, Inhaber der Firma Fischer & Co. in Heidelberg, Abhandlung über geruchlose Ansammlung und Abfuhr menschlicher Abfallstoffe*, *Heidelberg* 1877, *G. Mohr.* *b*) **E. Lipowsky**, *Ueber Entstehung und Einführung des Heidelberger Tonnensystems*, *Heidelberg* 1878, *G. Koester, mit zahlreichen Abbildungen.* *c*) **Fischer & Co.**, *Die Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe, insbesondere mit Rücksicht auf das Tonnensystem*, *Heidelberg* 1876, *W. Wiese, mit zahlreichen Abbildungen.*

6) **L. Pagliani**, *Le fosse mobili*, *Giornale della Società italiana d'igiene* (1881) 3. *Bd.* 361.

7) *Eulenberg's Vierteljahrschrift* (1883) 155.

8) *Gesundheitsingenieur* (1883), *Beilage zu No.* 18, 139.

9) **F. Liger**, *Fosses d'aisance etc.*, *Paris* 1875 *S.* 269—292.

10) **Grassi**, *Annales d'hygiène publ.*, 2. *Ser.*, 11. *T.*, 259.

11) **M. Levy**, *Traité d'hygiène publ. et priv.* (1869); *genauere Abbildungen in a*) *Allgemeine Bauzeitung*, *Wien* (1852) *und b*) **Möllinger**, *Handbuch über Abtrittsanlagen.*

12) **Parent-Duchatelet**, *Hygiène publique*, 2. *Bd.* 359 *und Taf.* 15 *Fig.* 2—5; **Göttisheim**, *Das unterirdische Basel*, 51.

13) **Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte*, 51.

14) **Wiel** *und* **Gnehm**, *Handbuch der Hygiene*, 499.

15) **F. Petri** *und* **J. Gärtner**, *Kurzgefaſste Darstellung der Reinigung der Städte und Fabrikanlagen durch die Desinfektion mittels des Dr. Petri'schen Verfahrens, mit* 3 *Tafeln Abbildungen*, *Berlin* 1877, *Nicolai.*

16) **E. Schürmann**, *Das Petri'sche Desinfektionsverfahren*, *V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* 747.

17) **Rubner**, *Lehrbuch der Hygiene*, *Leipzig und Wien* 1890, 357.

18) **Ochwadt**, *Die Kanalisation mit Berieselung und das Dr. Petri'sche Verfahren betreffend die Desinfektion und Verwertung der Fäkalstoffe*, *Berlin* 1877, *Nicolai* (*R. Stricker*), 95 *u. ff.*

19) **Uffelmann**, *Lehrbuch der Hygiene*, 420.

20) **L Mitgau**, *Bericht über die in Berlin u. s. w. eingeführten Systeme der Städtereinigung* (1880), 41.

21) R. Blasius, *Das Torfstreuverfahren als Mittel der Städtereinigung, Verh. d. V. f. öff. Gesundheitspfl. zu Magdeburg* 1886.
22) Bürkli, *Ueber Anlagen städtischer Abzugskanäle und Behandlung der Abfallstoffe in Städten, Zürich* 1866, 24.
23) Heiden, Müller *und* von Langsdorff, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien* (1885) 181.
24) *Das Abfuhrwesen und Tonnensystem der Stadt Emden mit Statistik der Betriebsergebnisse und Rentabilitätsberechnungen, ein Bericht vom Oberbürgermeister* Fürbringer, *mit Vorwort von* Alexander Müller, *Emden* 1885, *W. Haynet*; Wiggers, *Das Abfuhr- und Tonnensystem der Stadt Emden, Emden* 1885.
25) J. E. Visser, *Die Reinlichkeit in den Städten oder die Abortfrage und das Abfuhrsystem* (1876), 35.
25a) G. Varrentrapp, *V. f. öff. Ges.* 5. *Bd.* 325.
26) Kaftan, *a. a. O.* 49.
27) Ernst Almquist, *Om Göteborgs renhallningrsystem* (*Ueber das Reinhaltungssystem Göteborgs*), *Hygiea* (1892).
28) V. Budde *in Ugeskrift för Läger*, 26. *Bd. No.* 15—18.
29) *Gesundheitsingenieur* (1891), *No.* 12.
30) Heiden, Müller *und* von Langsdorff, *Die Verwendung der städtischen Fäkalien* (1885), 233.
31) *Verhandlungen des Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse etc., III. Versammlung zu Baden-Baden*, 60.
32) *Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh.* (1893) 15. *Bd.* 72.

C. Klosett-Systeme [1].

Unter Klosett versteht man eine in geschlossenen Räumen befindliche Sitzeinrichtung zur Defäkation.

Man muß von einem gut eingerichteten Aborte fordern, daß er 1) genügend groß ist, 2) aus Materialien hergestellt ist, welche durch die Fäkalien und aus ihnen sich entwickelnden Dünste nicht zerstört werden, 3) Schutz der entblößten Körperteile gegen Zugluft und Kälte bietet, 4) gut beleuchtet und 5) gut ventiliert und möglichst geruchlos ist.

Bei jedem Abort hat man 1) den Abortraum, 2) die eigentlichen Aborteinrichtungen zu unterscheiden. Zu diesen gehört 1) das Abortbecken (Schüssel, Trichter, Pfanne, Cuvette genannt), 2) der Abortsitz, der in der Regel aus Sitzplatte (Spiegel), Sitzöffnung (Brille) und den Abschlußwänden besteht. Meistens wird der Abortsitz von einem Kasten gebildet, worin unmittelbar unter der Brille der Trichter angebracht ist. Dessen Außenwände dienen als Stütze und schließen den Kastenraum, wenigstens nach vorn, meistens auch seitlich, und bei den tragbaren, transportablen Aborten auch nach hinten ab. Bei den feststehenden Aborten geht der Trichter in das Abortrohr über, um die Exkremente in die Gruben oder Tonnen zu befördern; bei den tragbaren Aborten befindet sich direkt unter dem Trichter ein beweglicher Behälter.

Die Aborträume dürfen nicht zu klein sein. Mindestens soll die Breite 80 cm, die Tiefe 1 m bei nach außen sich öffnender Thür und 1,25 m bei nach innen sich öffnender Thür betragen, am besten ist es, 1 m Breite und 1,50 m Tiefe zu nehmen. Sehr wünschenswert ist noch ein besonderer Vorraum vor den Aborten. Die einschließenden Wände und Decken sollen so dicht hergestellt werden, daß die Stinkgase nicht in andere Räume dringen können, daher möglichst massiv, oder Fachwerk mit dichtem Putz. In Aborträumen, in denen mehrere Aborte nebeneinander aufgestellt sind, kann man mit Oelfarben gut gestrichene hölzerne Zwischenwände anwenden. Die Ventilation und Beleuchtung bei Tage soll durch ein mindestens 25 cm im Quadrat haltendes Fenster hergestellt werden. Die Thür der Abortzelle ist mindestens

60 cm breit zu nehmen, von innen und von außen verschließbar. Um ein Einfrieren der Aborteinrichtung zu verhindern, ist der Abort in die Nähe eines Schornsteins zu legen oder mit Heizvorrichtung zu versehen.

Was die inneren Aborteinrichtungen anbetrifft, so pflegt man die Sitzplatte horizontal zu legen, für Erwachsene 46—47 cm über dem Fußboden, der Länge des Unterschenkels entsprechend, für Kinder in Schulen niedriger, der Höhe der Schulbänke proportional. Mindestens muß die Sitzplatte eine Tiefe von 50 cm haben, bei komplizierten Vorrichtungen 60 cm. Am besten wird sie aus hartem Holze (Eichen-, Mahagoni-, Birnbaumholz) hergestellt und hell in Naturfarbe poliert, bei weichem Holze ist ein hellfarbiger Lackanstrich zur Erkennung von Unreinlichkeiten anzuwenden. Die Sitzöffnung wird kreisförmig (26—32 cm Durchmesser) oder noch besser elliptisch oder eiförmig (26—32 cm lang und 18—23 cm größte Breite) hergestellt, von der Vorderkante des Sitzbrettes 6—8 cm abstehend. Das Brillenloch ist mit einem schweren, möglichst dicht schließendem Deckel zu versehen oder noch besser dieser mit seiner rückwärtigen Kante klappbar einzurichten. Die vordere Abschlußwand besteht meistens aus Holz.

Das Abortbecken, einem Trichter ähnlich, stellt die Vermittelung her zwischen Brille und Abortröhre und muß sich diesen in der Form oben und unten anschließen. Uebrigens giebt es eine außerordentliche Mannigfaltigkeit in der Form der Abortbecken, je nach dem Klosettsystem verschieden, namentlich bei den Wasserklosetts. Als Material nimmt man am besten Steingut, Fayence, Porzellan. Emailliertes Eisen verliert im Laufe der Zeit das Email und ist dann dem Rosten sehr ausgesetzt.

Die Vermittelung zwischen Aborttrichter und Grube, Tonne oder Kanal stellt das Abtrittsrohr dar, welches für das gute Funktionieren einer Abtrittsanlage von großer Bedeutung ist. Am besten ist es, wenn man möglichst weite Abortrohre wählt (in Deutschland und Oesterreich durchschnittlich 20 cm und darüber) und dieselben senkrecht vom Trichter abgehen läßt. Als Material wählt man innen emailliertes Eisen, glasiertes Steinzeug und Asphalt. Um Einfrieren im Winter zu verhüten, legt man die Rohre in geheizte Rinnen oder in die Nähe des Schornsteins. Sonst müssen besondere Heizvorrichtungen angebracht werden.

(Näheres und Ausführlicheres siehe im Handbuch der Architektur, 3. Teil, 5. Bd., 201 u. ff., 215 u. ff. und 289 u. ff.)

Neuerdings sind Vorschläge gemacht, die Sitzhöhe zu verkleinern. S. Steinthal[2] empfiehlt, die Klosetts mit so niedrigem Sitze anzulegen, daß bei der Defäkation ein Niederkauern möglich ist, also ungefähr in der halben Höhe der jetzt üblichen.

Es soll dadurch beigetragen werden zur Bekämpfung des jetzt immer allgemeiner auftretenden Uebels der Verstopfung, indem man die natürlichen Kräfte, wie Bauchpresse durch Bauchmuskeln und Zwerchfell, in der niederkauernden Stellung besser ausnutzen kann als in der allgemein üblichen sitzenden Stellung und dadurch die täglich mehr und mehr angepriesenen und vom Publikum benutzten Abführmittel, die den Darm der freiwilligen Thätigkeit immer mehr entwöhnen, entbehrlich werden könnten. Derartige niedrigere Klosetts sollen in Frankreich schon ziemlich allgemein verbreitet sein.

Noch weiter geht nach dem Berichte von Vallin[3] ein Dr. Zavitziano in Konstantinopel.

Er fordert, daß die Defäkation in kauernder Stellung ähnlich wie bei den Tieren oder dem Menschen in der freien Natur vorgenommen wird, ohne irgend welchen Sitz als Stützpunkt, und rühmt die sogenannten türkischen Latrinen, große Kabinetts mit Marmorfußboden, in der vorderen Hälfte ein kleines Bassin von 5—6 cm Tiefe und dahinter in der Grenzlinie vom 2. zum 3. Drittel eine Oeffnung von 10 cm Durchmesser, die mit dem vorderen Bassin durch einen 30—40 cm langen und 4—5 cm breiten Kanal verbunden ist, mit Wasserspülung von allen Seiten. Aehnliche Einrichtungen habe ich wohl auf italienischen Bahnhöfen gesehen. Die Vorteile dieser Einrichtung liegen nach Zavitziano darin, daß die Defäkation durch eine normalere kräftigere Bauchpresse rascher vor sich geht, und daß namentlich in öffentlichen Klosetts eine Uebertragung von Krankheiten durch die Sitzbretter nicht stattfinden kann.

Wenn auch zugegeben werden soll, daß es ärztlich-hygienisch betrachtet, manches für sich haben würden, in vieler Beziehung die Lebensgewohnheiten des Menschen wieder mehr dem Einfacheren zuzuführen, so ist doch nicht anzunehmen, daß bei dem jetzigen Stande der Civilisation eine Rückkehr zu so urtümlichen Verhältnissen denkbar ist.

Die jetzt allgemein gebräuchlichen Klosettsysteme beruhen darauf, daß schon im Klosett selbst Einrichtungen getroffen sind, die entweder eine Desinfektion oder Desodorierung der Exkremente bezwecken, ehe dieselben in die Grube oder Tonne gelangen, oder die entleerten Exkremente sofort aus dem Klosett oder der Wohnung entfernen, bez. darin durch Feuer eintrocknen oder zerstören.

Zu dieser letzteren Gruppe von Klosetts gehören

1) die Wasserklosetts, welche die entleerten Exkremente sofort in einer gewissen Quantität Wasser aufnehmen und dann durch Wasserspülung in die Kanäle fortschwemmen. Ueber diese wird in dem Abschnitt über „Kanalisation“ eingehender berichtet werden.

2) Feuerklosetts. Wir wollen hier erwähnen:

a) das Feuerklosett von August Scheiding in Berlin[4], besprochen in der 4. Versammlung des Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse etc. zu Mainz;

b) das Klosett von Julius Swiecianowski[5] in Warschau, ein Apparat, der die festen Exkremente durch einen unter dem Klosette befindlichen Ofen in Poudrette verwandelt und den Urin in Torf aufsaugt;

c) das Klosett von J. D. Smead[6], ein Trocken- und Verbrennungsapparat für Fäkalien. Die Fäkalien werden unmittelbar nach der Entleerung von einer erhitzten Pfanne aufgenommen, getrocknet, karbonisiert und zu Asche verbrannt.

d) das Feuerklosett von Seipp und Weyl[59], von dem Fig. 33 (S. 92) ein Bild giebt.

Im Keller des zweigeschössigen Hauses ist der Verbrennungofen des Feuerklosetts aufgestellt. Derselbe besteht im wesentlichen aus 2 Teilen: a) aus zwei Walzen. Auf diese fallen die Fäkalien und breiten sich auf denselben, wenn die Walzen gedreht werden, in dünner Schicht aus. Die Drehung der Walzen erfolgt beim Oeffnen und Schließen der zum

Klosett führenden Thür vermittels eines Drahtseiles, das an der Thür befestigt ist; b) aus der Feuerungsanlage. Zur Heizung dient Holz oder Kohle. Das Feuer bestreicht die Walzen und verbrennt die Fäkalien. Auch das Feuer wird durch das oben erwähnte Drahtseil reguliert, indem ein Schüttelrost eine um so größere Menge Brennmaterial hergiebt, je häufiger das Klosett benutzt wird. — Der Verbrauch von Feuerung ist

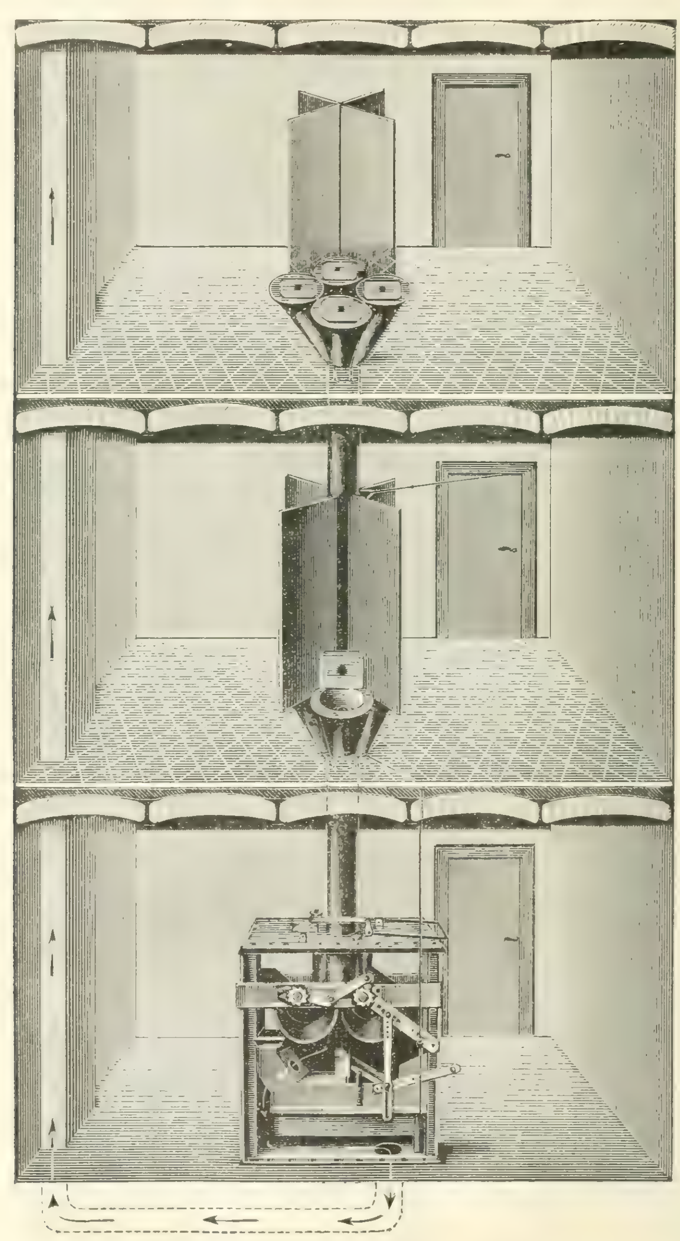


Fig. 33. Feuerklosett von Seipp-Weyl.

gering. Die Resultate des neuen Apparates sollen günstige sein. Ein einziges Fallrohr verbindet alle Klosetts beider Geschosse mit dem Ofen.

Bei der ersten Gruppe von Klosetts bestehen die Desinfektions- oder Desodorierungseinrichtungen darin, daß man entweder

1) die flüssigen und festen Exkremente schon bei der Entstehung trennt, oder

2) den Exkrementen desinfizierende oder desodorierende Substanzen zusetzt, oder

3) die Trennung der flüssigen und festen Exkremente mit Desinfektion oder Desodorierung verbindet.

Bei der Gruppe 2 (Feuerklosetts) ist die Desinfektion naturgemäß eine durchaus vollkommene. Derartige Apparate würden daher, wenn sie ohne Störung funktionieren, der öffentlichen Gesundheit wesentliche Dienste leisten können.

1. Klosetts mit Trennung der festen und flüssigen Exkremente, ohne Zusatz desodorierender oder desinfizierender Mittel.

Da erfahrungsgemäß durch Trennung des Urins vom Kote eine gewisse Geruchlosigkeit erzielt wird, weil die festen Exkremente nach der Abkühlung trocknen und ihren Geruch fast ganz verlieren, der Urin aber erst nach einiger Zeit zu faulen beginnt, hat man eine große Menge von Vorrichtungen getroffen, um schon im Klosett selbst den Urin von den Exkrementen zu trennen.

1) Die sogenannten Chaises percées[7], wie sie in früheren Jahrhunderten in Frankreich und auch in Deutschland vielfach in Gebrauch waren, hatten eine durch eine senkrechte Scheidewand geteilte Pfanne, deren vorderer Teil zur Aufnahme der flüssigen, der hintere zur Aufnahme der festen Exkremente diente.

Auf ein feststehendes Klosett angewandt, führte dies Prinzip zu dem

2) schwedischen Luftklosett (Fig. 34 und 35 S. 94 und 95). Unter dem Sitzbrette ist nach A. Müller[8] ein flacher Trichter angebracht, welcher den Harn aufnimmt und durch eine abwärts führende Röhre in einen ringförmigen Behälter am Fuße des Nachtstuhls leitet. Die festen Exkremente fallen in einen hinten stehenden eisernen Behälter. Ventilation wird dadurch hergestellt, daß von der Rückwand ein Abzugsrohr nach dem Schornstein führt und in der Vorderwand Oeffnungen zur Zuführung der frischen Luft angebracht sind. 1855 wurden diese Klosetts zuerst von Marino & Co. in Stockholm hergestellt (daher auch der Name „Marino's Klosett"), dann 1858 in Kopenhagen bekannt[9] und Anfang der 60er Jahre in Deutschland. Töpfer in Stettin und Mehlhose in Berlin trugen viel zur Verbreitung des schwedischen Luftklosetts bei.

3) Eine Reihe von Einrichtungen zur Trennung der flüssigen und festen Exkremente im Abortrohre sind namentlich in Frankreich erfunden und zur Ausführung gekommen, meistens beruhen sie darauf, daß bei Rohrerweiterungen der Urin infolge der Adhäsion an den Rohrwandungen herabfließt, während die festen Exkremente, dem Gesetze der Schwere folgend, größtenteils vertikal herabfallen. Nach dem Handbuch der Architektur, 3. Teil 5. Bd. 293 u. ff. und der Zeitschrift des österr. Ingen.- und Arch.-Ver. 1881, 44 und 45, wo

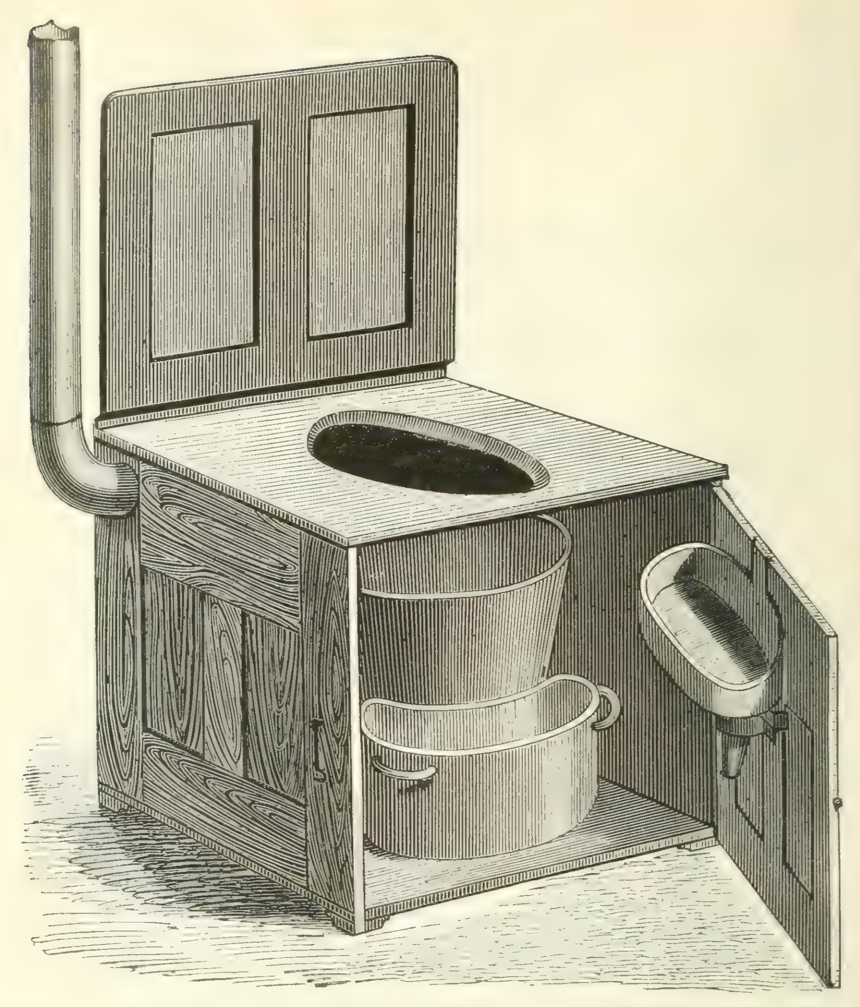


Fig. 34. Schwedisches Luftklosett als Zimmerklosett.

das Nähere in Beschreibungen und Abbildungen zu finden ist, erwähnen wir hier den Separator von Tacon, Chavoutier, Fortin und Lagrue.

2. Klosetts mit Trennung der festen und flüssigen Exkremente und Zusatz von desodorierenden oder desinfizierenden Mitteln.

Als Desinfektionsmittel wird hauptsächlich der Aetzkalk angewandt, zuerst vorgeschlagen von Payen, dann von A. Müller und später in den Mosselmann'schen und Müller-Schür'schen Systemen benutzt.

1) Mosselmann's Klosett (Fig. 36 S. 96). Das Verfahren (zuerst war das System 1867 auf der Weltausstellung in Paris zu sehen) besteht darin, daß ein Klosett mit Diviseur aufgestellt wird, in dem

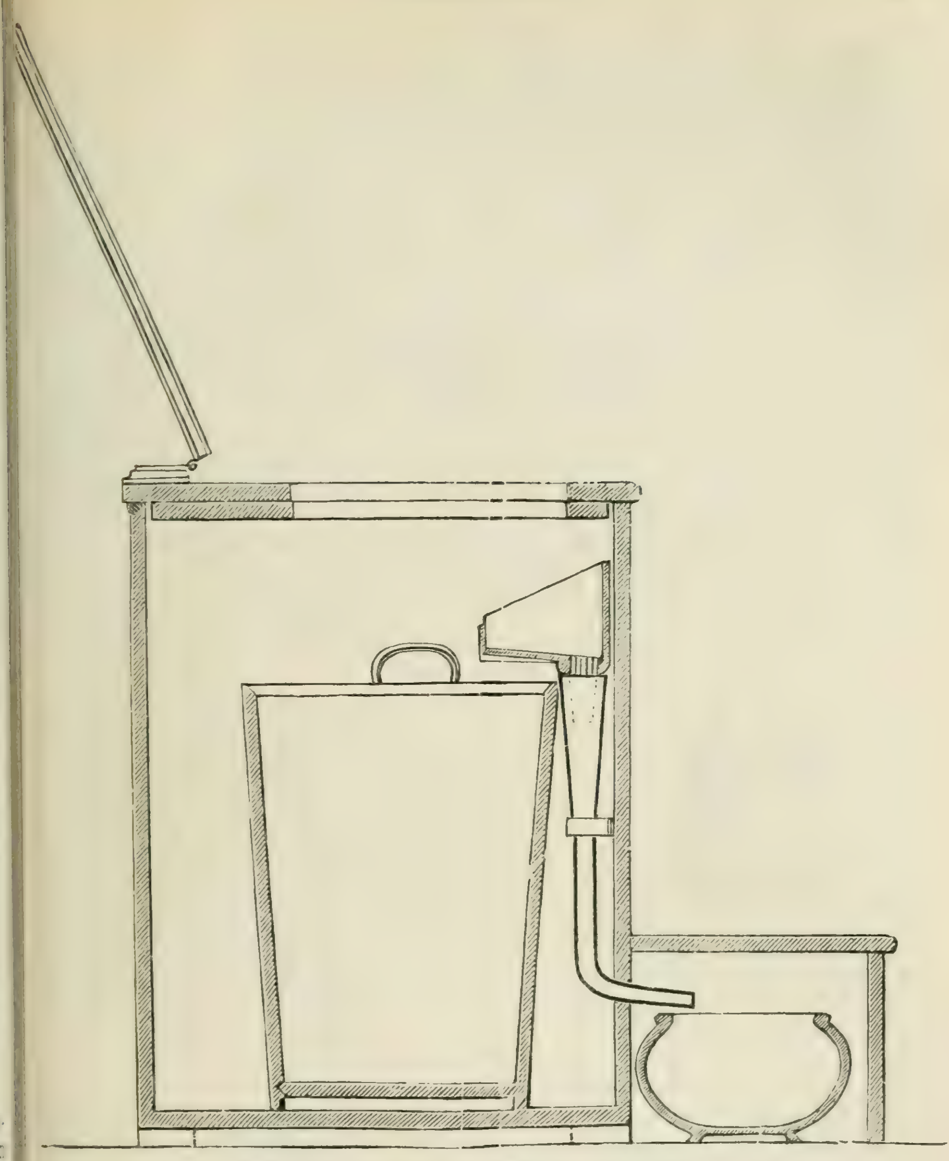


Fig. 35. Schwedisches Luftklosett. Querschnitt.

der Harn in ein besonderes Gefäß gelangt. In demselben befindet sich eine Kalkschicht, welche die Phosphorsäure zurückhalten soll. Die Faeces werden mit dem doppelten Gewichte von Kalk gemischt, dadurch vollständig eingehüllt und transportfähig. Es wird dabei aber ein großer Teil des Ammoniaks frei, welches sich verflüchtigt und die Luft verunreinigt.

Das System, das in einer Kaserne in Turin und im Grand-Hotel in Paris eingeführt wurde, hat den Nachteil, daß Ammoniak verdunstet und verloren geht und daß bei allgemeiner Anwendung eine enorme Menge von Kalk erforderlich wäre, welche den gewonnenen

Dünger zu kalkreich machen würde. Nach H. Billoguin „enthalten 100 Teile der nach dem Mosselmann'schen System gewonnenen Dungmasse 28,57—32,25 Proz. gebrannten Kalk, dem Boden würde also bei einer Düngung von 115—237 Kubikfuß pro Morgen 35,6—73,5 Kubikfuß gebrannter Kalk einverleibt werden. Durch den Kalkzusatz wird natürlich auch der Dünger bedeutend verteuert und die Möglichkeit eines weiteren Transportes verringert."

Pro Kopf und Tag sind nach Kaftan[10] mindestens 3,2 kg Kalk erforderlich. „Bei einer Bevölkerung von 100000 Menschen ergiebt dies pro Tag 3200 Metercentner Kalk, was schon aus diesem Grunde das System für größere Städte unpraktikabel macht."

2) Müller-Schür'sches Klosettsystem[11] entstand daraus, daß das schwedische Luftklosett nach den Vorschlägen von O. Schür mit einer Desinfektionsvorrichtung für die festen und flüssigen Exkremente versehen wurde (Fig. 37). Für die festen Exkremente wird ein Streupulver benutzt, das aus 100 Teilen gröblich gepulverten gebrannten Kalkes und aus 15 Teilen fein gepulverter Kohle besteht. Für jede Dejektion sind 1 Eßlöffel voll oder 15 g des Pulvers erforderlich. Entweder streut jeder, der das Klosett benutzt, das Pulver selbst auf, oder man bringt am hinteren oberen Teile des Klosetts einen

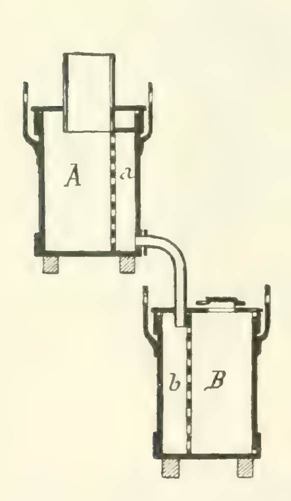


Fig. 36. Mosselmann's Klosett. *A* Abteilung für die festen Exkremente; *a* für den Urin; *b* Mischungsraum für den Urin mit Kalk; *B* Gefäſs für den mit Kalk behandelten Harn.

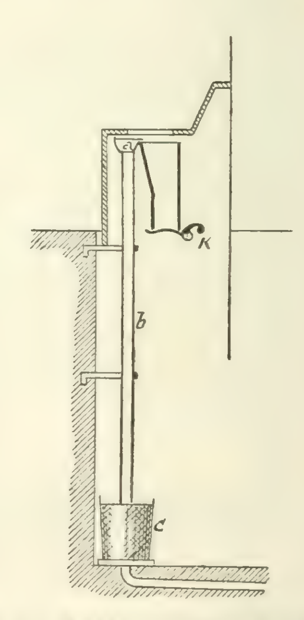


Fig. 37. Müller-Schür'sches Klosett

Selbststreu-Apparat *k* (Fig. 37), ähnlich wie bei den Torfstreu-Klosetts, an, der nach Erheben vom Sitzbrett selbstthätig wirkt. Die Urinmengen werden in dem Gefäße *c* gesammelt, in das sie von dem Diviseur *a* aus durch *b* gelangen. Sie werden dann in einen auf dem Hofe aufgestellten, aus Weiden geflochtenen, sogen. Schwefelsäurekorb gegossen, der zu $^3/_4$ mit Torfgrus gefüllt ist und außerdem Abgänge aus Sodafabriken oder die Nebenprodukte der Mineralwasserfabriken (saure

schwefelsaure Magnesia) oder das Sauerwasser der Oelraffinerien enthält. Der Korb steht auf einigen Steinen, sodaß die durchtriefende Flüssigkeit in den Rinnstein abfließen kann. Der etwa 1 Kubikfuß fassende Eimer für die festen Exkremente reicht für 5 Personen für mindestens 4 Wochen, der Korb mit Torfgrus für 4—6 Wochen aus. Dann muß Wechsel, bezw. Erneuerung stattfinden.

Das Klosett hat seiner Zeit ziemlich weite Verbreitung gefunden. Besonders empfohlen wurde es von Popper[12] und Alexander Müller[13].

3) Streuabort von J. Kloß in Freiburg in Schlesien. Die festen und flüssigen Exkremente werden getrennt. Die letzteren laufen ab, die ersteren werden durch Kippen des Beckens in einen Kasten geworfen und daselbst mit Desinfektionsmasse bestreut (D. R.-P. 18964).

4) Ueber Passavant's verbesserten Erdabtritt siehe S. 99.

3. Klosetts mit Zusatz von desodorierenden und desinfizierenden Substanzen, ohne Trennung der festen und flüssigen Exkremente.

1. Streuaborte mit Chemikalien.

Von derartigen Aborten sind eine große Anzahl erfunden und ausgeführt.

M. Friedrich brachte im Sitzdeckel des Abortes eine Streubüchse an, die bei jedem Niederlegen des Deckels ein gewisses Quantum Desinfektionsmasse (Reichsdesinfektionspulver = Karbolsäure, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Kalk und Wasser) einstreut. Aehnlich sind die Streuapparate von E. Oberländer in Stettin-Grünhof (D. R.-P. 16206, 16819 und 19428), Kleemann in Kattowitz (D. R.-P. 16218), F. Mundt in Bromberg (D. R.-P. 21612), Tischbein in Rostock.

2. Erdklosett.

Schon von Alters her benutzten die Menschen die Erde, um damit die Exkremente zu vermengen resp. dieselben damit zu verdecken und sich von dem unangenehmen Anblicke und Geruche zu befreien, eine Sitte, wie wir sie auch bei manchen Tieren, z. B. bei den Hunden oder Katzen finden, die nach der Defäkation mit den Hinterbeinen etwas Erde über die frischen Exkremente hinscharren.

Erst in neuerer Zeit wurden Abtrittsanlagen mit Anwendung der Erde als Desodorierungsmittel anempfohlen. Ein englischer Geistlicher namens Moule gab zuerst[14] Anfangs der 60er Jahre ein bestimmtes Mengenverhältnis für die zu benutzende Erde an, hiernach hat das System den Namen des Moule'schen Erdklosetts bekommen.

Klosetts dieser Art waren in der einfachsten Form (Gruben oder bewegliche Behälter zur Aufnahme der Exkremente, die je nach Bedürfnis mit Erde bestreut wurden) schon 1863 in vielen Armenwohnungen in Bradford am Avon[15] in Gebrauch.

Die nächste Verbesserung war eine Einrichtung, wonach jeder Defäkation durch einen leicht zu bewerkstelligenden Handgriff ein Aufstreuen der erforderlichen Menge Erde folgte. Noch besser ist die Einrichtung, wonach man ähnlich, wie bei Wasserklosetts, die Exkremente statt in Wasser in Erde fallen läßt. In öffentlichen Anstalten werden am besten automatische Vorrichtungen angewandt. Die Größe der Kasten, in denen die Exkremente aufgefangen werden, richtet sich nach der Anzahl der die Abtritte benutzenden Personen. Bei geringerer Zahl eignet sich Thon oder Porzellan zum Material für den Kasten, bei größeren Mengen Eisen. In mehrstöckigen Häusern errichtete man die Erdklosetts in allen Etagen und konstruierte Fallrohre, welche die mit Erde gemischten Exkremente direkt in eine gemeinschaftliche Grube oder einen beweglichen Behälter im Souterrain fallen ließen.

Es sind eine Reihe von Modifikationen bei den Erdstreuaborten erfunden, so das von Lascelles angewandte Patent rotary earth closet, ferner das self acting earth closet nach dem System der British sanitary company. Näheres darüber findet sich in der unter 21 und 21a angegebenen Litteratur.

Nach den gemachten Erfahrungen eignet sich am besten gewöhnliche lehmhaltige Gartenerde. Diese muß gut getrocknet, dann durch Siebung von den gröberen Klumpen gereinigt und an einem trockenen Orte aufbewahrt werden.

Die Menge der erforderlichen Erde hängt namentlich von der Quantität des Urins ab.

Nach Moule sollen für eine gewöhnliche Defäkation (125—150 g feste Exkremente und 250—300 g Urin) $1^1/_2$—2 Pfd. genügen, nach Virchow[16] wären durchschnittlich 7 Pfd., nach A. Müller[17] $5^3/_4$ kg erforderlich. Die hohen Zahlen von Virchow und A. Müller erklären sich vielleicht dadurch, daß während der ganzen Sitzung Erde auf die Exkremente herabfiel, wenigstens habe ich im Feldzuge 1870/71, wo ich Gelegenheit hatte, in den in Pont-à-Mousson errichteten Feldlazaretten die uns zum Gebrauche für die Verwundeten übersandten Erdklosetts zu beobachten, gefunden, daß wir mit ca. 1—2 Pfd. Erde für jede Defäkation auskamen.

Da sich nicht fortwährend landwirtschaftliche Verwendung für die mit Exkrementen gemischte Erde findet, so müssen außerhalb der Ortschaften größere Behälter zur Aufbewahrung eingerichtet und hier von Zeit zu Zeit Mischungen der Massen vorgenommen werden. Nach 4 Wochen soll man dann selbst von den beigemengten Papierstücken nichts mehr erblicken können.

Die Desodorierung der Exkremente beruht nach den Untersuchungen von Lissauer[18] und Falk[19] auf dem reichlichen Vorhandensein von Mikroorganismen in dem humushaltigen Boden. Deshalb kann man nach Moule eine Mischung von Exkrementen und Erde nach einiger Zeit und guter Trocknung wieder mit sehr gutem Erfolge zur Desodorierung benutzen.

Es liegen eine Reihe von praktischen Erfahrungen über das Erdklosett vor. So berichten Buchanan[21], ferner Roth und Lex[22] über zahlreiche Beispiele aus England (Schulen, Gefängnisse und viele Privathäuser von Lancaster und Dorchester, Lager von Wimbledon,

Irrenanstalt zu Broadmore, Fort bei Dover, Dörfer Halton und Aston-Clinton), Indien (Gefängnisse, Lazarette und Kasernen in Bombay und Madras) und Oesterreich (Lager in Bruck a. d. L.). Durchgehends wurden die Resultate als sehr günstige geschildert. In einer Schrift von Girdlestone[23] werden außerdem noch günstige Erfolge des Erdklosett-Systems angeführt aus Reading, Oscott, Maux auf der Insel Man. Spieß[21] machte in Frankfurt a. M. Versuche mit demselben, die nicht vorteilhaft ausfielen.

Die Kosten werden von Buchanan ziemlich hoch veranschlagt, er berechnet für ein Dorf von 1000 Einwohnern 5200 Mark im Jahre, also pro Kopf 5,20 M.

Nach Krämer[24] gelingt es mit dem gleichen Volumen einer geeigneten Lehm- oder Mergelerde bei inniger Mischung derselben mit den täglichen, festen und flüssigen Exkrementen, sämtlichen Dungstoff zu binden und so der Landwirtschaft dienstbar zu machen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß es möglich ist, mittels des Moule'schen Erdklosetts die Exkremente zu desodoriren. Von einer Desinfektion in unserem jetzigen Sinne kann aber nicht die Rede sein, da sich die in den Exkrementen enthaltenen pathogenen Mikroorganismen in dem Gemisch von Erde und Exkrementen ähnlich wie im gewöhnlichen Erdboden besser lebensfähig erhalten als in den flüssigen Jauchemassen.

Für ländliche Verhältnisse, einzelne Gebäude, militärische Sommerlager, kleinere Ortschaften etc. würde man das Erdklosett anwenden können, für größere Städte ist es absolut unausführbar, schon der Schwierigkeit halber, die großen Mengen Erde hinein- und die noch größere Menge mit Erde gemischter Exkremente hinauszuschaffen. Erisman[25] hat vollkommen Recht, wenn er zum Schlusse seines Artikels über Erdklosett sagt, „daß es sich nicht empfehlen würde, die Häuser, Höfe, Wohnungen einer Großstadt in Trockenanlagen für Kot und Erde umzuwandeln“.

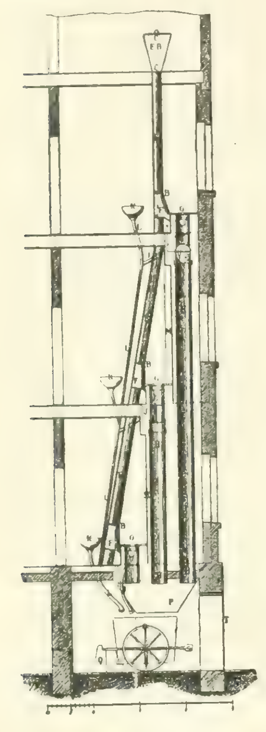
In Deutschland beschäftigte sich mit dem genaueren Studium des Erdklosetts G. Passavant in Frankfurt a. M. Schon 1870 empfahl[26] er in seiner Vaterstadt die Anwendung der Erde zur Vermischung mit den Exkrementen in den Schulen. Später schlug er vor, analog wie beim schwedischen Luftklosett (S. 93) den Harn von den festen Faeces zu trennen.

Dieses Prinzip ist durchgeführt in

Passavant's verbessertem Erdabtritt[27] (Fig. 38 S. 100).

Die Einrichtung desselben ist folgende: Im Bodenraum des Hauses ist ein breiter Trichter vorhanden, der sich in ein bis zum Souterrain führendes Rohr fortsetzt. Die getrocknete Erde wird oben in den Trichter hineingeschüttet und giebt, ähnlich wie die Röhren in landwirtschaftlichen Gebäuden zum Einfüllen des Getreides, durch Aufziehen eines Schiebers Erde für das in jeder Etage stehende Erdklosett ab. Dieses selbst ist so eingerichtet, daß in seinem vorderen Teile ein Behälter zur Aufnahme des Harns vorhanden ist. Unter dem Fallrohr für die festen Exkremente ist eine eiserne Klappe eingerichtet, die, in der Ruhe horizontal stehend, den Luftabschluß nach unten bildet, sich bei Beschwerung mit Exkrementen öffnet und nur mit Erde bestreute Exkremente nach unten fallen läßt. Außerdem ist

neben dem Abtritt in jeder Etage ein Ausguß für Nachtgeschirre angebracht, der sich später abwärts mit dem Rohre für den Urin aus den Abtritten vereinigt. Die Ausflüsse beider gehen im Souterrain in einen auf 2 Rädern laufenden Kasten, der durch eine quer laufende Scheidewand in einen größeren vorderen Teil, der die mit Erde gemischten festen Exkremente aufnimmt, und einen hinteren kleineren Teil getrennt ist, der zur Hälfte mit Erde gefüllt wird und den Urin aufnimmt. Den abfiltrierten Urin kann man direkt in die Straßenkanäle gehen lassen, während der übrige Inhalt des Wagens der gewöhnlichen Abfuhr unterliegt.



Mehrfach wurden Verbesserungen der Erdklosetts vorgeschlagen, so nach H. Behrens Patent, New-York 1882 [28], in Bezug auf den Behälter zur Aufnahme der Erde und in Betreff des auf Rädern beweglichen Aufnahmebehälters.

Dann hat sich George H. Ellis [29] in Heathfield nach D. R. P. No. 35118 ein sogenanntes Trockenklosett patentieren lassen, worin die Exkremente mit Erde, Asche u. s. w. gemischt werden; endlich hat John Dunnel Carrett nach D. R. P. No. 34666 Verbesserungen an dem Ellis'schen Klosett eingeführt, die es möglich machen, die Apparate mit Erde u. s. w. zu füllen und die die Exkremente aufnehmenden Behälter zu entleeren, ohne in das Gebäude selbst einzutreten. Weitere Verbreitung scheinen diese Klosetts nicht gefunden zu haben.

Fig. 38. Passavant's verbesserter Erdabtritt. *A* Deckel; *C* Drahtsieb; *EB* Erdbehälter von Holz oder Eisenblech; *E* Erdrohr; *B* Schieber zum Abschlufs des Erdrohres in den einzelnen Stockwerken; *K* Ausgufs mit Klappdeckel für Nachttöpfe, zugleich Pissoir; *F* Erdzuführung zu den einzelnen Abtritten; *G* Sitz des Erdabtritts; *L* Ablaufrohr für den Harn; *I* Harnrohr; *H* Kotrohre (30—35 cm Lichtweite); *M* Holzverkleidung der Kotrohre; *P* Abweis zum Erdwagen; *O* Erdwagen; *Q* Unterlag- und Grenz-Stock des Wagens; *R* Abflufs des filtrierten Harns und sonstigen Gewässers; *T* Eiserne Thür zum Verschlusse des Wagengewölbes.

3. Aschenklosetts.

Auch die Vermengung der menschlichen Exkremente mit Asche scheint schon seit langer Zeit in Gebrauch zu sein. Die einfachste Art derselben findet nach Parkes [30] in vielen Ortschaften Nordenglands statt. Hinter den Wohnhäusern ist auf dem Hofe eine Grube angebracht, in der die Steinkohlenasche Aufnahme findet, ebenso wie die Küchenabfälle. In diese hinein werden durch die Abtritte direkt die Exkremente entleert.

Eine Verbesserung dieser Einrichtung hat man in Manchester vorgenommen. Mitgau [31] beschreibt dieselbe folgendermaßen: „Die Abtritte sind meistenteils in gesonderten Häuschen und zu ebener Erde und haben zur Ventilation über die Dächer hinausreichende Röhren und an der Rückwand Siebekasten für Asche und Kohlen-

rückstände. Dieselben sind so eingerichtet, daß die feine Asche in die Fäkalientonne und die gröberen Stücke in den Müllkasten fallen, wie es beifolgende Zeichnung (Fig. 39) zeigt. Infolge der auf den Tonneninhalt fallenden feinen Asche und der Ventilation der Abtritte war ein bemerkenswerter Geruch in denselben nicht wahrzunehmen."

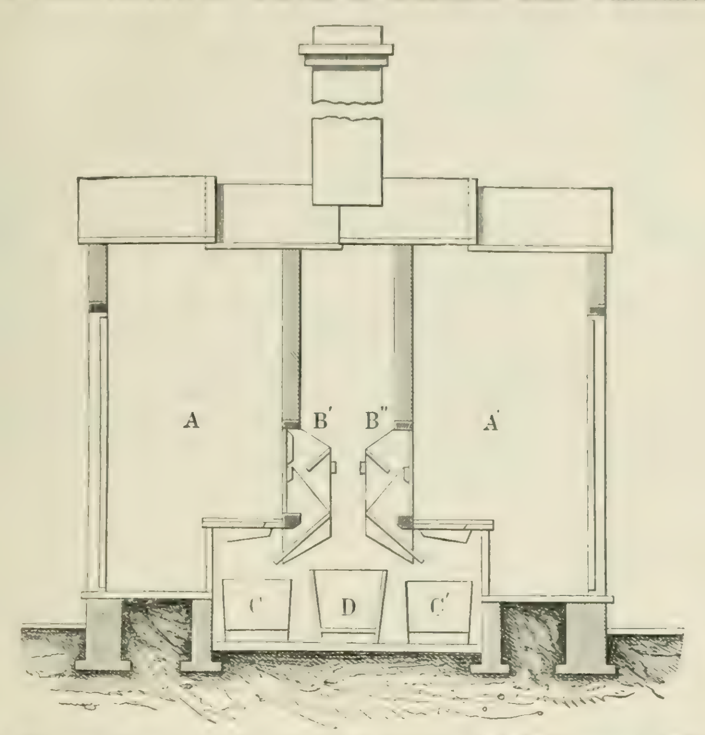


Fig. 39. Aschenklosett aus Manchester. *A A'* Abtritt, *B' B"* Siebkasten, *C C'* Fäkalientonne, *D* Müllkasten.

Das von Morell konstruierte Dry Ash-Closet ist insofern vervollkommnet, als es mechanische Vorrichtungen zum Streuen der Asche bietet[32].

Tarjet[33] schlug vor, sämtliche feste Wohnungsabgänge, wie Kehricht, Lagerstroh, Asche u. s. w. mit den Exkrementen zu mischen.

Goux[34] (siehe Fig. 40 S. 102) ließ die Gefäße, welche die Exkremente aufnehmen sollten, mit Wollenabgängen, trockenem Pferdemist, Sägespänen, Häcksel etc. ausfüttern, einen Zusatz von schwefelsaurem Kalk und Eisenvitriol machen und nach Füllung in Tonnen entleeren, in denen dieselben dann eine Gärung durchmachen. Nach Roth und Lex[35], denen wir diese Notizen entnehmen, ist dies System in Salford ausgeführt.

Lehfeldt[32] hatte Gelegenheit, es 1871 in Halifax, einer Stadt von 65 000 Einwohnern, die ca. 650 Appartements nach diesem Verfahren in Benutzung hatte, zu beobachten und schreibt S. 52 a. a. O., „daß der Geruch aus den verschiedensten Appartements nach dem Goux-System, die ich besuchte, durchaus nicht belästigend war, wie ich auch solches auf der Fabrik selbst fand, wo allerdings nebenbei durch Chemikalien desinfiziert wird."

Salmon schlug nach denselben Autoren pulverförmige Holzkohle vor, doch hat sich dies Verfahren als zu teuer und unsicher erwiesen.

Ebenso wie Steinkohlenasche wird auch Braunkohlen- oder Torfasche empfohlen.

Man kann in hygienischer Beziehung über die Aschenklosetts nur dasselbe Urteil fällen wie über die Erdklosetts. Diesen stehen sie jedenfalls darin nach, daß sie noch weniger desodorieren. Die Mengen von Asche, die erforderlich sind, wachsen zu ungeheuren Zahlen an. Erisman[36] berechnet, daß bei einer Annahme von 34 kg Kot pro Kopf und Jahr allein die für einen Menschen gelieferten Faeces 250 kg Torfasche brauchen. — Für größere Ortschaften ist daher ein solches System technisch vollkommen unausführbar.

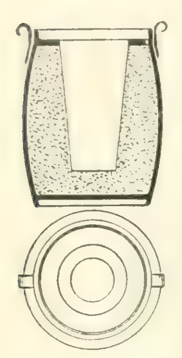


Fig. 40. Aschenklosett nach Goux. Längsschnitt u. Querschnitt.

Außerdem ist das Aschenklosett auch sehr teuer. E. Frankland teilte 1887 auf dem Wiener internationalen Kongreß für Hygiene mit[37], daß nach den Berichten der Rivers Pollution Commissioners nach offiziellen Angaben der betreffenden Stadtverwaltungen die Nettoausgaben auf den Kopf pro Jahr der Bevölkerung betragen in:

	d
Bolton	5
Bury	4,8
Oldham	11,6
Manchester	7,2
Salford	5
Liverpool	6.2
Blackburn	4,4

4. Torfstreuklosetts.

In den letzten Jahren sind die Erd- und Aschenklosetts durch die Torfstreuklosetts verdrängt worden.

Das Verfahren, die Exkremente zur Desodorierung mit Torfstreu zu vermengen, ist schon sehr alt. Anfang dieses Jahrhunderts wird die Verwendung der Torfabfälle zu Streuzwecken schon mehrfach in Deutschland erwähnt.

Liebig[38] empfiehlt den Landwirten, den Boden der Miststätten mit einer 4 Fuß hohen Schicht zerkleinerten Torfs zu bedecken, um alle Jauche darin aufzufangen und bei einmaliger jährlicher Erneuerung sämtliche wirksamen Bestandteile festzuhalten und den Untergrund vor jeder Verunreinigung zu schützen.

In den 50er Jahren empfahl Scharlau in Stettin den Torf zu Desinfektionszwecken städtischer Abfallstoffe und seit über 30 Jahren wird die Torfstreu in Schweden vielfach zur Vermengung der Exkremente in den Aborten benutzt.

Eyselein[39] in Blankenburg a. H. und Happe[40] in Braunschweig machten 1880 auf die hygienische Bedeutung der Torfstreu aufmerksam.

Einen größeren Aufschwung nahm die Verwendung von Torfstreu

durch die Errichtung der Torfstreufabrik von W. Hollmann aus Wolfenbüttel 1880 in der Gegend von Gifhorn.

Der ersten Fabrik folgten bald weitere, sodaß die Zahl derselben in Deutschland auf ca. 70 stieg. Bald trat wieder eine Verminderung ein, sodaß jetzt wohl noch ca. 30 in Deutschland existieren mit einer jährlichen Gesamtproduktion von 1300000 Centnern. Namentlich die Torfmoore des nordwestlichen Deutschlands, in Oldenburg, Hannover, Braunschweig liefern das Material. Außerdem nehmen teil an dieser Produktion die östlichen Provinzen Preußens, Königreich Sachsen, Baden, Bayern und von anderen europäischen Staaten Oesterreich, Schweden und Norwegen, Dänemark, England, Holland und in neuerer Zeit auch Rußland.

„Unter Torf[41 42] verstehen wir ein mehr oder weniger fest zusammengepreßtes, verfilztes Gemenge abgestorbener Pflanzen und Pflanzenreste, welche durch eine sehr langsame Oxydation teilweise ihres Wasserstoffgehaltes beraubt und in Kohlenstoff übergeführt sind, die aber immer ihre pflanzliche Struktur noch erkennen lassen. Je nach der Masse der vorwiegend darin enthaltenen Pflanzen unterscheiden wir Moostorf (Moose: Sphagnen, Hypnen, Konferven, Algen), Wiesentorf (Gräser, Riedgräser, Wollgräser, Binsen, Carex, Scirpus, Eriophorum etc.), Haidetorf (Haidekräuter: Erica, Vaccinium, Calluna), Holztorf (vermoderte Holzarten, namentlich Krummholz [Pinus Pumilio]) und Meertorf (Seetangarten, Strandbinsen, Gräser, namentlich Zostera marina). Am besten eignet sich zu Streuzwecken in Aborten der Moostorf, der wesentlich aus 2 Moosarten, dem Politrichum formosum und dem Sphagnum recurvum besteht. Diese Pflanzen bewahren auch im verwesten Zustande ihre eigentümliche Struktur, die darin besteht, daß die einzelnen Zellen keine geschlossenen Säcke bleiben, sondern später durchlöchert werden und Röhren bilden, die eine Flüssigkeit aufsaugen können. Beifolgende Abbildung (Fig. 41) giebt uns ein Bild der mikroskopischen Struktur der Sphagnum-

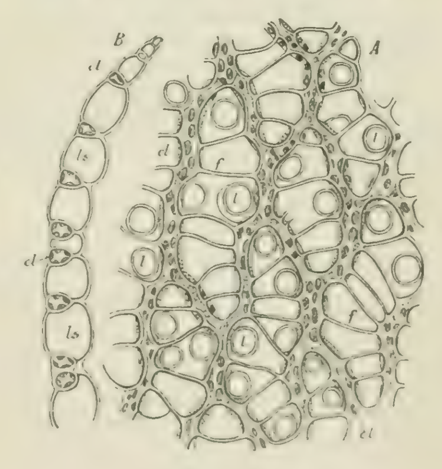


Fig. 41. Sphagnum acutifolium.

A Ein Teil der Blattfläche von oben gesehen.
cl chlorophyllhaltige Zellen.
f spiralförmige Zellen.
l Löcher in den grofsen leeren Zellen.

B Querschnitt des Blattes.
cl chlorophyllhaltige Zellen.
ls grofse leere Zellen.

Fig. 41.

blätter. Je tiefer wir in den Torf hinabdringen, wie er in den Torflagern in der Natur ansteht, desto mehr geht die pflanzliche Struktur verloren, desto mehr ist der Holzstoff durch Oxydation des Wasserstoffs in ein Gemisch von Kohlenstoff und Huminsäuren verwandelt. Diese

Huminsäuren wirken nun bei der Vermengung mit Exkrementen fäulniswidrig, während auf der Struktur der Pflanzenfasern der Sphagnumarten die Aufsaugung der Flüssigkeiten beruht. Die unteren Schichten der Torflager enthalten sogen. reifen Torf, Baggertorf, Brenntorf, die hauptsächlich zu Heizzwecken verwandt werden, während die oberen Schichten, die man Fuchstorf, jungen Torf, Stechtorf, Fasertorf, weißen Torf oder speziell Moostorf nennt, das Material für die Torfstreuklosetts uns jetzt liefern. Früher waren sie als fast nutzlos ein lästiges Hinderungsmittel für die Gewinnung des eigentlichen Heiztorfs.

Dieser Moostorf wird nun im Frühjahr, Sommer oder Herbst gestochen, durch Wind und Sonnenschein an der Luft getrocknet (eine künstliche Trocknung hat sich wegen der hohen Kosten bisher nicht bewährt), dann in der eigentlichen Torfstreufabrik zerkleinert. Zunächst werden die vollständig lufttrockenen Torfstücke in einen Trichter geschüttet, der unten in einen sogen. Wolf, eine Zerreißmaschine, ausmündet, die in der Weise arbeitet, daß mit eisernen Haken versehene Walzen oder Trommeln oder Scheiben oder ein mit Flügeln nach dem Prinzip der Kaffeemühle versehenes Rad den Torf in Stücke bis zu Wallnußgröße zerkleinern. Diese werden durch ein gewöhnliches Paternosterwerk nach oben auf große Drahtsiebe mit 2—3 mm weiten Maschen gebracht. Der feinere, pulverförmige Torfmull geht durch das Sieb, die gröbere, faserförmige Torfstreu bleibt auf dem Siebe. Beides wird getrennt in einen im Boden angebrachten Trichter geschüttet, der nach unten in eine Hebelpresse führt. Diese formt die Torffabrikate in große, ca. 175 kg schwere, $1^1/_4$ m lange und $^3/_4$ m breite Ballen, die mit Längslatten versehen, mit Drähten umwunden oder für weiteren Transport in Jutesäcke eingenäht werden."

Es kommt für die Verwendung alles darauf an, daß die Torfstreuballen möglichst trocken aufbewahrt werden, damit die Flüssigkeit aufsaugende Kraft möglichst stark wirken kann; über 30 Proz. Wasser dürfen sie vor dem Gebrauche nicht enthalten.

Die verschiedenen Torfarten zeigen hierin große Verschiedenheiten. Von A. Müller[44] ist die wasserbindende Kraft für folgende aus Deutschland stammende Torfarten zusammengestellt worden:

		Wasseraufsaugende Kraft, berechnet für 100 Gewichtsteile wasserfreie Torfstreu bez. Torfmull
Gifhorn, feinfaserig	(nach Wattenberg)	860,0
„ feinfaserig	(„ Fleischer)	1104,0
„ grobfaserig	(„ H. Schultze)	726,0
„ pulverförmig	(„ „)	953,0
Oberbayern, Torfstreu	(„ Schreiner)	496,0
„ Torfmull	(„ „)	658,0
Niederbayern, Torfstreu	(„ „)	450,5
„ Torfmull	(„ „)	722,5
Rheinpfalz, Torfstreu	(„ „)	510,0
„ Torfmull	(„ „)	678,0
Oberpfalz, Torfstreu	(„ „)	364,5
„ Torfmull	(„ „)	506,0
Oberfranken, Torfstreu	(„ „)	542,0
„ Torfmull	(„ „)	829,5
Schwaben, Torfstreu	(„ „)	572,0
„ Torfmull	(„ „)	688,0
Königr. Sachsen, Torfmull	(„ Schlimper)	978,0

Von C. Fürst[45] werden noch über folgende Torfstreusorten Angaben gemacht, die sich auf Ausstellungsprodukte der Berliner Moorkulturausstellung von 1887 beziehen.

Aktiengesellschaft für Torfstreufabrikation, vorm. Feodor Wolff & Co. in Bremen	1019,0
Rhöntorfwerk, Kommanditgesellsch. in Bischofsheim vor der Rhön (Bayern)	1417,0

Außer der Fähigkeit, die Flüssigkeit aufzusaugen, hat die Torfstreu auch die sehr wichtige Eigenschaft, die Stinkstoffe und den Ammoniak durch die Huminsäure zu absorbieren. Nach Untersuchungen von Schlimper in Pommritz kann der Torfmull von Jahnsgrün in Sachsen 1,83 Proz. Ammoniak aufnehmen, wovon 1,55 Proz. wirklich gebunden sind.

Nach den neuesten Untersuchungen kommt dem Torfmull auch eine desinfizierende, d. h. bakterientötende Wirkung zu. Karl Schröder hat in dieser Beziehung zuerst 1891[46] unter der Leitung von Rubner in Marburg festgestellt, daß der Torfmull die Fähigkeit besitzt, Infektionserreger in ihrer Entwickelung zu stören und zu vernichten. Dann haben A. Stutzer und R. Burri[47], ferner C. Fraenkel und E. Klipstein[48] festgestellt, daß Torfmull allein die in den Exkrementen enthaltenen Krankheitskeime nicht mit Sicherheit abtötet, sondern daß noch Zusätze erforderlich sind, namentlich Säuren, um die keimwidrigen, auf dem Säuregehalte beruhenden, Fähigkeiten des Torfmulls zu erhöhen.

Letzthin hat Klipstein[49] diese wichtigen Eigenschaften des Torfes in einer Arbeit weiter verfolgt, die sich mit Torfmullpräparaten beschäftigt, denen fabrikmäßig Phosphor- und Schwefelsäure zugesetzt war. Choleravibrionen waren bei Torf, mit 10 Proz. Schwefelsäure vermengt, in längstens 5 Stunden, in Torf, mit 10 Proz. Phosphorsäure gemischt, in 15 Minuten, Typhusbacillen in genanntem Schwefelsäuretorf in längstens 12 Stunden, in genanntem Phosphorsäuretorf in 10 Stunden abgetötet.

Erfahrungsgemäß eignet sich die Torfstreu besser für Viehställe, während der Torfmull die geeignetste Verwendung in den Aborten der Menschen findet. Man rechnet im Durchschnitt pro Person und Tag 150 g Torfmull. Entweder wird dieser in der Weise angewandt, daß man die Senkgrube nach vorheriger Räumung mit Torfmull ausstreut (30—40 cm hoch) und dann von Zeit zu Zeit Vermengung von Fäkalien und Torfmull eintreten läßt und nachstreut, oder daß bei jeder Defäkation Torfstreu aufgestreut wird. Aehnlich wie bei dem Passavant'schen verbesserten Erdabtritt (S. 99) kann dies in automatischer Weise geschehen. Das erste derartige Torfstreuklosett ist von Bischleb und Kleucker (Fig. 42, S. 106) in Braunschweig konstruiert. Es beruht darauf, daß beim Schließen des Deckels ein halber Blechcylinder, der vorher beim Oeffnen des Deckels mit seiner offenen Seite sich in einen mit Torfmull gefüllten Kasten nach oben wandte und mit Torfmull sich gefüllt hatte, sich nach unten dreht und seinen Inhalt auf die frischen Exkremente entleert.

Aehnlich ist der Streuabort, den L. Meyerding (D. R.-P. No. 17567) in Braunschweig konstruiert hat. Bemerkenswert ist dabei die Einrichtung, daß ein Rührwerk in dem mit Torfmüll gefüllten Kasten ein Zusammenballen des feinen Torfmulls verhindert. — L. Meyerding, H. Cuers und P. Frank in Braunschweig haben

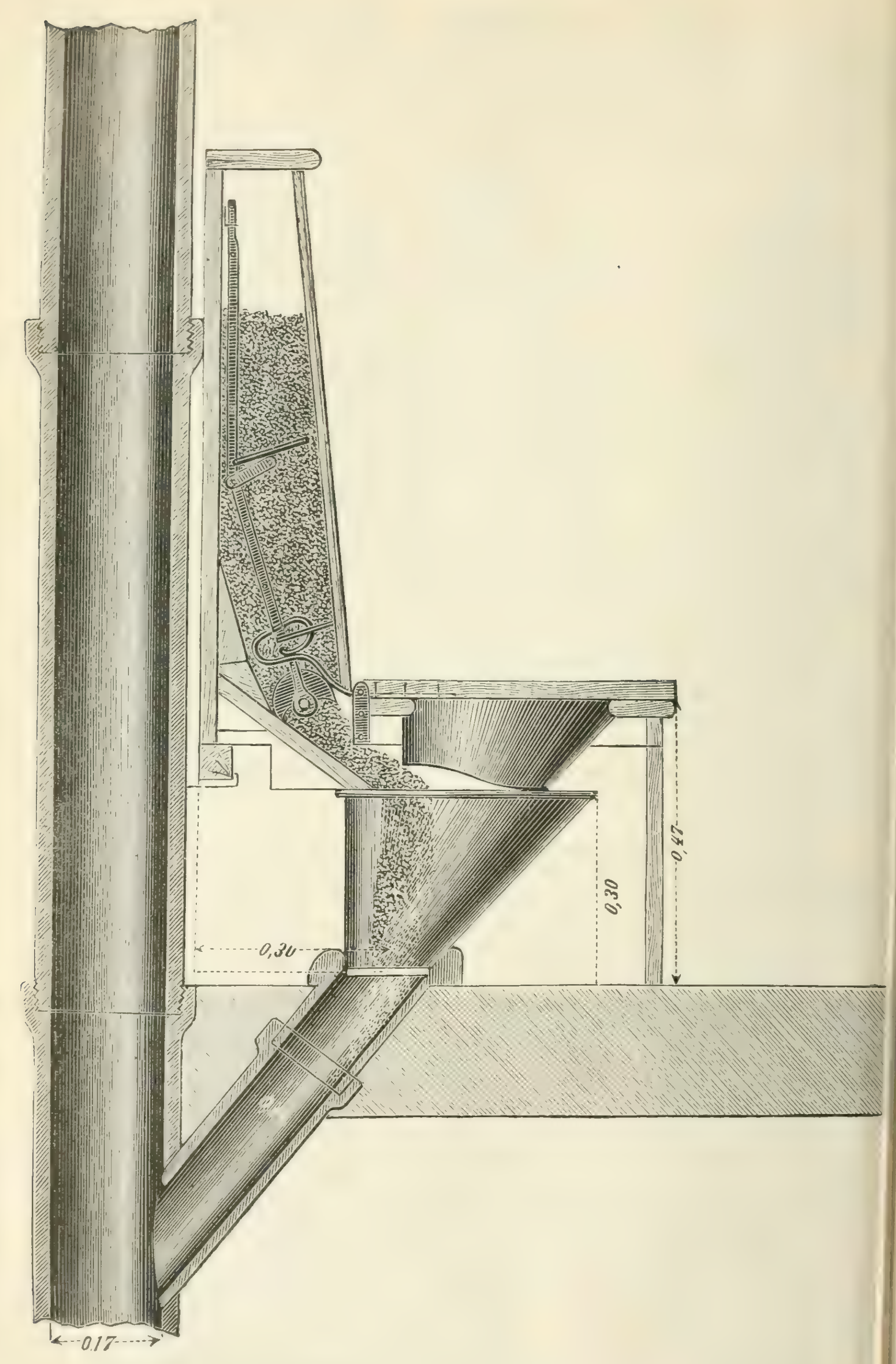


Fig. 42. Torfstreu-Klosette von **Bischleb** und **Kleucker** im Querschnitte.

eine selbstthätige Streueinrichtung in der Weise (D. R.-P. No. 15830) hergestellt, daß beim Oeffnen und Schließen der Abortthür ein Ausfließen von Torfmüll in das Abtrittsbecken stattfindet.

Eine andere Streueinrichtung finden wir in Poppe's[50] Torfstreuklosett (Fig. 43 und 44). Beim Schließen des Deckels wird durch einen Hebel ein mit Torfmull gefüllter Schlitten gegen den Gang

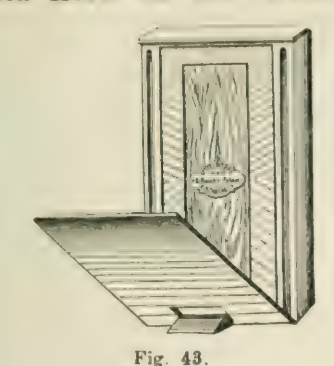


Fig. 43.

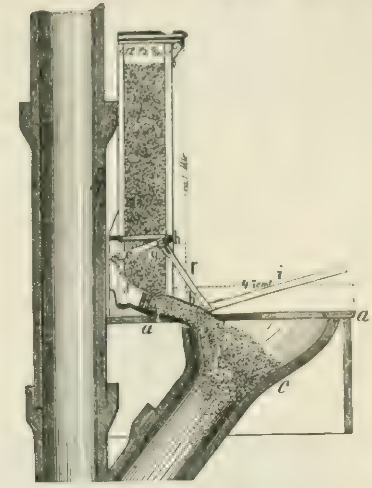


Fig. 44.

Fig. 43. Poppe's Torfstreukasten.
Fig 44. Poppe's Torfstreukasten, Querschnitt.

zwischen mit Torfmull gefüllten Kasten und Sitz gedrückt; beim Aufstehen schnellt der Schlitten zurück und eine regulierbare Menge Torfmull fällt den Exkrementen nach.

„Es ziehen die Arme *f* Fig. 44 mittels des Zapfen *g* die Hebel *e* nach unten, mit diesen den Schlitten *d* nach vorn. Durch die Längendifferenz zwischen *gk* und *gh* wird ein kräftiges Vorschleudern des Schlittens hervorgebracht und der beim Heben des Deckels *i*, wodurch der Schlitten *d* zurückgezogen wird, in den Kanal *b* eingefallene Torfmull in den Sitztrichter *c* verteilt. Der hervorstehende Teil der am Boden des Aufsatzkastens befindlichen Eisenbrücke (Nase) (siehe Fig. 43) wird in dem hinteren Teil des Sitzbrettes *a* eingelassen, hierauf der Kasten gestellt und die Function desselben kann beginnen."

Smolian[51] hat gleichfalls eine besondere Streuvorrichtung vorgeschlagen, die bei jeder Benutzung selbstthätig wirkt.

Neuerdings ist das Torfstreusystem und besonders das Gehring'sche Torfmullklosett[52] warm empfohlen worden.

Dasselbe (D. R. P. No. 57224) ist folgendermaßen konstruiert (siehe Fig. 45, S. 108): „Auf dem ovalen Trichter von emailliertem Gußeisen ist der hölzerne Klosettsitz angebracht. Der Trichter hat eine senkrechte Rückwand und ist mit einem Wasserspülrande versehen, einerlei ob Wasserspülung angewendet und der Spülrand in Benutzung genommen wird oder nicht. Der Trichter ist so eingerichtet, daß eine sofortige Trennung der festen und flüssigen Stoffe stattfindet. Der Trichter ist am unteren Auslasse mit einer emaillierten Klappe abgeschlossen, welche so beschaffen ist, daß alle auf sie niederrieselnden

Flüssigkeiten und Wässer seitlich abgeführt werden und zwar in dasselbe Wasserabführungsrohr, in welches schon der Trichter seine flüssigen Stoffe abgiebt. Dadurch werden die Flüssigkeiten getrennt und vermittels des sichtbaren engeren Wasserrohres entweder einem Rinnsaale oder Kanale zugeführt, während die festen Fäkalien, eingebettet in Torfmull, zur Grube oder Tonne gelangen. Der Vorgang vollzieht sich mechanisch. Der Klosettsitz hat einen beweglichen Deckel, welcher in der Regel geschlossen ist. Wird behufs Benutzung des Klosetts der Deckel geöffnet, so öffnet sich gleichzeitig der untere Klappenteller nach abwärts und öffnet das Abfallrohr zur Müllgrube. Gleichzeitig mit dem Oeffnen der Klappe fällt aus einem unter dem Sitze angebrachten Torfmullkasten ein bestimmtes Quantum Torfmull in die Grube oder Tonne als möglichst trockene Unterlage für die nachfolgenden festen Fäkalien. Der Urin gelangt in das Wasserrohr. Nach der Benutzung wird der Deckel wieder zugelegt. Der Abschlußteller schließt den Trichter wieder ab, und die Mulltrommel streut wieder ein bestimmtes Quantum Torfmull über die frischen Abfallstoffe. — Das Klosett kann mit Spülapparat verbunden werden, wodurch bei unten geschlossenem Deckel der ganze Trichter gereinigt und das Wasser in die Wasserabzugsröhre geleitet wird. — Es kann noch ein besonderes Torffilter zugegeben werden, durch das die ablaufenden Flüssigkeiten gereinigt werden."

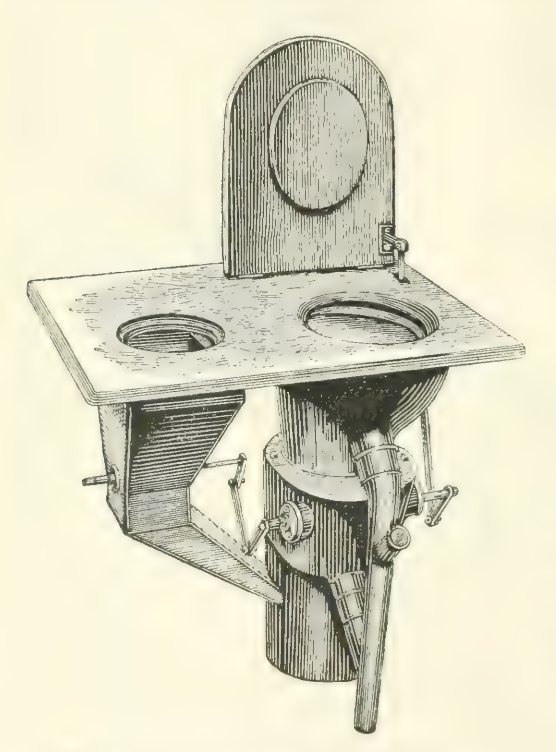


Fig. 45. Gehring'sches Torfmüll-Klosett.

Aehnlich wie Passavant beim Erdabtritt (S. 99), haben Bischleb und Kleucker beim Torfstreuklosett auch Konstruktionen für eine ganze Wohnung angegeben, in denen nicht jedes Klosett für sich seinen Kasten mit Torfmull hat, sondern dieser in Röhren, die durch einen Trichter oben auf dem Boden gefüllt werden, nach den in jeder Etage befindlichen Klosetts hinabgeführt wird. Unter jedem Klosett ist ein Eimer angebracht, der in bestimmten Zeiträumen abgeholt und durch einen reinen Eimer ersetzt wird. In Braunschweig hat ein Herr Spierling die Beaufsichtigung der Torfstreuklosetts und den Vertrieb der Apparate übernommen. Je nach Bedürfnis werden die Klosetts 2—3 mal wöchentlich entleert. Der Torfstreudünger wird auf Plätze vor der Stadt gefahren, kompostiert und an die Landwirte zu Dungzwecken verkauft.

Eine unangenehme Geruchsentwickelung ist weder in den Klosetts, noch bei dem Transporte der Eimer, noch an den Komposthaufen zu bemerken.

Gelangen die Exkremente direkt in mit Torfstreu versehene Gruben, so ist die aufsaugende Kraft derselben so groß, daß das Erdreich nicht verunreinigt wird, wie das Beckurts und ich[41 42] durch eine Reihe von Bodenluftuntersuchungen nachgewiesen haben.

Da die Menge Torfstreu, die für eine Defäkation erforderlich ist (ungefähr 50 g), an Gewicht ca. 20mal geringer ist als die notwendige Menge von Erde bei den Erdklosetts, so ist in entsprechenden Fällen das Torfstreuklosett weit empfehlenswerter als das Erdklosett, natürlich auch als das Aschenklosett, welches noch weniger aufsaugende und desodorierende Eigenschaften hat als das Erdklosett.

Der aus den Torfstreuklosetts resultierende Dünger ist für die Landwirtschaft ziemlich wertvoll. Folgende Analysen geben nach A. Müller[44] und R. Blasius[41 42] darüber Aufschluß:

Analytiker	Prozente					
	Wasser	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Hugo Schultze (Braunschweig)	83,10	14,60	2,30	0,78	0,22	0,28
Max Müller (Hildesheim)	79,46	17,47	1,70	0,41	0,26	?
Schimper (Pommritz)	87,97	10,85	1,18	0,69	0,18	0,21

Ueber die Kosten der städtischen Abfuhr bei Torfstreusystem habe ich nach Spierling's Angaben eine Berechnung angestellt. Für Entleerung je 1 Klosetts pro Jahr werden 12 M., für 2 Klosetts 20 M. und für jedes folgende Klosett 6 M. mehr erhoben, der Dünger wird verkauft, der Centner zu 25 Pfennig. Dabei entstand bei Berechnung sämtlichen gekauften Torfmulls und der Betriebskosten von Wagen, Pferden und Arbeitern mit Gegenrechnung des Düngerverkaufs pro Kopf und Jahr eine Netto-Ausgabe von 14 Pfennig.

Zerning[53] will die flüssigen und festen Exkremente mit Torfmull und Steinkohlenpulver zu Brennmaterial verarbeiten und die sich abtrennenden Flüssigkeiten klären. Kapacinsky und Borsiko-Chadisco[54] machen neuerdings den Vorschlag, statt des feineren Torfmulls die gröbere Torfstreu aus den obersten Schichten des Torfgrundes zu nehmen, 4 Proz. der Torfmasse zu den festen, 10 Proz. zu den flüssigen Exkrementen zuzusetzen, und daraus Heizmaterial herzustellen.

Darüber läßt sich nur Aehnliches sagen, wie über die Petri'schen Fäkalsteine (S. 80).

Günstig spricht sich noch G. Schuster[55] über das Torfstreusystem aus, indem er es namentlich für kleinere Städte bis 20000 Einwohner empfiehlt.

Nach Jünger[56] sind automatische Torfstreuklosetts in Deutschland außer in Braunschweig namentlich in Hannover, Küstrin und Stade eingeführt; in Schweden jetzt auch in Gothenburg und Christiansund, in Dänemark in Helsingör. Ueberall hat das System sich gut bewährt, nur nicht in den Schulen, weil die Kinder erfahrungsgemäß sich ein besonderes Vergnügen daraus machen, nach dem Gebrauche der Klosetts den Deckel so lange zu schließen und zu öffnen u. s. w., bis der zum Streuen vorhandene Torfmull sich gänzlich entleert hat.

Im ganzen müssen wir unser Urteil über das Torfstreusystem daher dahin zusammenfassen, daß es sich für kleinere Häuser, manche öffentliche Anstalten, kleinere Ortschaften oder entlegene Straßen in größeren Städten, die sich der allgemeinen Kanalisation schwer anschließen lassen, als das beste und angenehmste Verfahren, die Fäkalien unschädlich zu machen und wegzuschaffen, empfiehlt, da es imstande ist, die Fäulnisvorgänge zu unterdrücken, Fäulnisgase zu binden, das widrige Aussehen der Exkremente zu beseitigen und, bei entsprechendem Zusatz von Säuren, pathogene Bakterien in kurzer Zeit abzutöten.

Anhang.

Pissoirs[57].

Zur Abführung des Urins werden für das männliche Geschlecht eigene Einrichtungen getroffen, Pissoirs, die in vielen Beziehungen von hygienischer Bedeutung sind. Zunächst findet dadurch für einen nicht geringen Teil der menschlichen Exkremente eine Trennung der festen und flüssigen Massen statt, dann ist es von Bedeutung, daß der ausgetrocknete Urin, der an den Wandungen der Gefäße hängen bleibt, leicht einen üblen Geruch verbreitet, der die Luft verunreinigt; endlich enthält der Urin sehr viel organische zu Fäulnis geneigte Stoffe und häufig pathogene Mikroorganismen, die man von Grundwasser und Boden möglichst fern halten soll.

Für den letzten Punkt ist es von Bedeutung, den Urin aus den Pissoirs ganz von denselben hygienischen Grundsätzen aus zu betrachten, wie die Exkremente bei den bisher kennen gelernten Abfuhrsystemen und bei der Schwemmkanalisation.

Um den Geruch des austrocknenden Urins zu vermeiden, hat man versucht, denselben in den Trockenpissoiren z. B. mit Torfstreu zu mischen, d. h. in die Pissoirs große Mengen Torfmull zu bringen, die den Urin aufsaugen. Man wählt dies Auskunftsmittel, wenn man keine Kanalisation hat, z. B. auf manchen Bahnhöfen[58] oder bei zeitweise zusammenkommenden größeren Menschenmengen, wie man es z. B. auf dem Truppenübungsplatze des X. Armeekorps bei Munster beobachten kann. Vollständig wird der Geruch dadurch allerdings nicht beseitigt. Man hat schon seit längerer Zeit versucht, die vom Urin benetzten Flächen mit Oel zu bestreichen, damit der Urin daran nicht haften kann. Beetz in Wien hat eine Oelkomposition angegeben, die zu gleicher Zeit desodorierend und desinfizierend wirken soll und auch einen Oelsiphon als Geruchsverschluß gegen die Sielleitung konstruiert. Am besten und sichersten wirkt immer die Wasserspülung, nur muß man dabei Sorge tragen, daß die Abflüsse der Pissoirs in das Kanalsystem eingeleitet werden.

Bei der Spülung der Pissoirs unterscheidet man eine kontinuierliche und periodische. Die kontinuierliche Spülung erfordert sehr viel Wasser, ist aber immer als die hygienisch beste anzusehen, bei der periodischen Spülung wird dieselbe entweder freiwillig vorgenommen oder selbstthätig oder intermittierend, indem in bestimmten Zwischenräumen das Wasser fließt. Im Winter müssen Einrichtungen gegen das Gefrieren des Wassers getroffen werden.

Je nach der Bestimmung des Pissoirs für einzelne oder viele Personen unterscheidet man Einzelpissoirs und Massenpissoirs.

a) Einzelpissoirs.

Dieselben bestehen in der Regel aus an der Wand befestigten Becken von emailliertem Gußeisen, Fayence oder Porzellan. Die Form derselben ist eine außergewöhnlich mannigfaltige, die praktischsten sind diejenigen, die an der vorderen Seite schnabel- oder lippenförmig verlängert sind. Die Fußböden unter dem Becken und Wände des Pissoirraumes müssen so beschaffen sein, daß sie dem ätzenden Einflusse des Urins widerstehen können. Die Spülung erfolgt durch ein im obersten Teile der Beckenwand angebrachtes Wasserzuleitungsrohr und muß sich in dünner Schicht über die ganze Innenfläche des Beckens erstrecken. Der Beckenboden wird mit siebartigen Löchern versehen, um Verstopfungen durch feste Körper zu vermeiden. Hier schließt das Abflußrohr an, das vor dem Einfluß in das allgemeine Kanalrohr mit einem Geruchverschluß versehen ist, um das Emporsteigen übler Gase zu verhindern.

Bei beschränktem Raume bringt man das Becken so an, daß es vor der Benutzung von der Wand heruntergeklappt wird. Derartige Einrichtungen lassen sich schwer so rein halten, wie feststehende Becken.

Aehnlich wie bei den Nachtstühlen hat man auch transportable Pissoirs konstruiert, die aber unmöglich geruchlos erhalten werden können und deshalb am besten nicht in Anwendung kommen.

b) Massenpissoirs.

Man unterscheidet, je nachdem der Urin unmittelbar in Becken oder Rinnen aufgenommen wird, Becken- oder Rinnenpissoirs. Bei den Beckenpissoirs ist entweder ein gemeinsames Becken vorhanden mit radiär stehenden Zwischenwänden, oder jeder Stand hat sein besonderes Becken und ist von den Nebenständen durch Zwischenwände abgetrennt. Bei einem Publikum, dem man Reinlichkeitsgefühl und Sorgfalt zutrauen kann, sind die Beckenpissoire den Rinnenpissoiren vorzuziehen. Bei den Rinnenpissoirs ist man von geteerten Holz- und Zinkrinnen fast ganz abgekommen und wählt jetzt natürliches Steinmaterial, am besten glatten Marmor oder Schiefer. Rückenwände und Zwischenwände werden gleichfalls am besten aus Marmor oder Schiefer hergestellt. Je nachdem man die Stände an einer Wand nebeneinander anordnet, oder fächerartig um einen Punkt, spricht man von Reihen- oder Wandpissoiren oder Fächer- oder Rundpissoirs. Bei den Wandpissoirs soll die Rinnsohle mindestens ein Gefälle von $^1/_{40}$ besitzen, besser ist $^1/_{20}$—$^1/_{15}$, um keinen zu langsamen Abfluß zu haben. Der Fußboden der Pissoirrinnen ist niemals aus Holz, sondern am besten aus Steinmaterial herzustellen, da Verunreinigungen mit Urin nicht vermieden werden können. Er muß deshalb immer Gefälle nach der Urinrinne hin haben. Die Rückwand ist vertikal anzulegen oder nach rückwärts geneigt, um das Spülwasser langsamer über die Flächen rieseln zu lassen. Bei der Spülung läßt man das Wasser von der Oberkante der Rückwand herabrieseln, entweder aus einem Rohre mit kleinen feinen Oeffnungen oder aus einer offenen überlaufenden Rinne. Auch für die Möglichkeit, den Fußboden zu spülen, muß Sorge getragen werden.

Bei den Beckenpissoirs sind in Bezug auf Zwischenwände Fußboden und Spülung dieselben Grundsätze anzuwenden, wie bei den Rinnenpissoirs.

Bei allen Massenpissoiren ist auf einen siphonartigen Abschluß gegen das allgemeine Kanalsystem zu achten.

Ueber Oelpissoire, über unterirdische Bedürfnisanstalten und über öffentliche Bedürfnisanstalten überhaupt siehe diesen Band, 2. Abteil., S. 190 ff.

Näheres über spezielle Konstruktion der Einzel- und Massenpissoire findet sich im angezogenen Artikel des Handbuchs für Architektur und in dem folgenden Abschnitt über Kanalisation, Kapitel XVI.

1) *Handbuch der Architektur*, 3. *Teil*, 5. *Bd.* 201 *u. ff.*
2) „*Die Fortschritte der öffentlichen Gesundheitspflege*", *Jahrgang* 1 (1892), *No.* 2.
3) *Rev. d'hyg. publ. e. d. l. pol. sanit.* (1889), 548.
4) *D. R. P. No.* 7177, *besprochen in den Verhandlungen der* 4. *Versammlung des Deutschen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft zu Mainz* (*mit Abbildungen*).
5) **Jules Swiecianowski**, *Appareils de desiccation pour les matières fécales appliqués aux latrines et aux égouts*, *Warschau* 1883, *mit* 3 *Tafeln.*
6) *D. R. P. No.* 61810 *in* „*Fortschritte der Krankenpflege*" (1892), *Oktober.*
7) **Oesterlen**, *Handbuch der Hygiene*, 447 *Anm.* 1.
8) **E. Heiden**, **A. Müller** *und* **v. Langsdorff**, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien* (1885), 45 *u.* 46.
9) *Der hygienische Kongrefs in Kjöbenhavn*, *Juli* 1858, *Abb. Tab. II.*
10) **Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte*, 51.
11) *Darstellung des in Stettin erfolgreich zur Anwendung gekommenen* **Müller-Schür**'*schen Systems zur Abfuhr menschlicher Exkremente*, *Stettin* 1885, *mit zahlreichen Abbilbildungen; Handbuch der Architektur*, 3. *Teil*, 5. *Bd.* 284.
12) **Popper**, „*Die Entfernung und Verwertung menschlicher Abfälle*", *Oesterr. Zeitschr. f. Heilkunde* (1866), *No.* 23.
13) **Alex. Müller**, *Die Ziele und Mittel einer gesundheitlichen und wirtschaftlichen Reinhaltung der Wohnungen, besonders der städtischen*, *Dresden*, 1869.
14) *Dingler's polytechnisches Journal* (1864) 174. *Bd.* 318.
15) *On a system of earth sewage*, *Journ. of the Society of arts*, 15 *May* (1863), 447; *Handbuch der Architektur*, 3. *Teil*, 5. *Bd.* 283 (*mit Abbildungen*).
16) **Virchow**, *Reinigung und Entwässerung Berlins*, *Generalbericht.*
17) **A. Müller**, *Aktenstücke über die Entwässerung Berlins*, *Müller's Bericht über die Versuche mit dem Erdklosett*, *Viertelj. f. öff. G.*, 4. *Bd.* 177.
18) **Lissauer**, *Hygienische Studien über Bodenabsorption*, *Viertelj. f. öff. G.*, 8. *Bd.* 569.
19) **Falk**, *Experimentelles zur Frage der Kanalisation mit Berieselung*, *V. f. ger. Med. u. öff. Santätsw.*, 27. *Bd.* 83 *ff*
20) **Erisman**, *Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch Abtrittsgruben etc.*, *Z. f. Biol.*, 11. *Bd.* 244 *und* 248.
21) **Buchanan**, *On the dry-earth system of dealing with excrement*, *XII. Report of the Medical Officer of Privy Council for* 1869, *London* 1870. *Im Auszuge mitgeteilt von* **A. Spiess** *in der Viertelj. f. öff. Ges.* (1871), 3. *Bd.* 80.
21a) *New patent self-acting earth closet*, *Rev d' hyg.* 1881, 1010. — *Das Erd-, Gruben-, Eimer- und modifizierte Wasserklosett-Systeme in England. Nach dem Public health report for* 1869, *übersetzt von J. Bockendahl*, *Kiel* 1871.
22) **Roth** *und* **Lex**, *Handbuch der Militärhygiene* (1872), 1. *Bd.*, 456 *ff*
23) **H. J** *und* **J. W. Girdlestone**, *London* 1869.
24) **Krämer**, „*Die Erdstreu*", *Zeitschrift f. d. landw. Ver. d. Grofsh. Hessen*, *No.* 50, 12. *Dez.* 1865, 496.
25) **Erisman**, *Entfernung der Abfallstoffe, in Handbuch der Hygiene von* **Pettenkofer** *und* **Ziemssen**, *II. T.* 1. *Abt.* 1. *Hälfte*, 146.
26) **G. Passavant**, *Zur Frage über die Beseitigung der Exkremente aus den Schulgebäuden*, *Frankfurt a. M.* 1870.
27) *Dr. med.* **G. Passavant**, *Der verbesserte Erdabtritt* (*nebst einer Tafel Abbildungen*), *Frankfurt a. M.*, 1878, *siehe auch Handbuch der Architektur*, 3. *Teil* 5. *Bd.* 284.
28) *Sanitary Record*, 4. *Bd.* 238.
29) *Arbeiten der hygienischen Sektionen des VI. internat. Kongresses f. Hygiene und Demographie zu Wien* 1887, *Heft No.* 3, *S.* 4, *Wien* 1887.
30) **Parkes**, *A manual of practical hygiene*, 4. *Aufl.*, 364.
31) **L Mitgau**, *Bericht über die in Berlin, Amsterdam etc. eingeführten Systeme der Städtereinigung*, *Braunschweig* 1880, 43.
32) **Lehfeldt**, *Der gegenwärtige Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grofsbri-*

tannien, 56; **Schülke**, *Gesunde Wohnungen* (1880), 207. **Morell's** *dry ash closet system*, *Builder*, 29. *Bd.* 832.
33) **Lancet** *vom* 22. *Januar* 1870.
34) **Buchanan** *und* **Radcliffe**, 116, *First Report of the commissioners etc.*, *deutsch von* **O. Reich**, *Anhang I zu: Reinigung und Entwässerung Berlins*, 88.
35) **Roth** *und* **Lex**, *Handb. d. Militärgesundheitspflege* (1872) 1. *Bd.* 463.
36) **Erisman**, *Entfernung der Abfallstoffe im Handbuch der Hygiene von* **Pettenkofer** *und* **Ziemssen**, *II. T.* 1. *Abt.* 1. *H.* 148.
37) *Arbeiten der hygienischen Sektionen auf dem VI. internationalen Kongreſs für Hygiene und Demographie in Wien* 1887, *Heft* 3, *S.* 71, *Wien* 1887.
38) **Liebig**, *Agrikulturchemie.*
39) **O. Eyselein**, *Ueber Torfstreu und Torfmull als Desinfektions- und Düngemittel*, *Viertelj. f. öff. G.* (1881) 13. *Bd.* 266.
40) **L. Happe**, *Ueber die geeignetste Methode zur Beseitigung der Abfallstoffe in unserer Stadt Braunschweig*, *Braunschweiger Tageblatt No.* 299 *vom* 21. *Dez.* 1880.
41) **R. Blasius**, *Die Verwendung der Torfstreu*, *Monatsbl. f. öffentl. Gesundheitspfl.* (1884).
42) **R. Blasius**, *Das Torfstreu-Verfahren als Mittel der Städtereinigung*, *Verhandlungen des Vereins f. öff. Gesundheitspflege zu Magdeburg* 1886.
43) **O. Jünger**, *Die Torfstreu in ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft und die Städtereingung*, *Berlin*, *Parey*, 1890.
44) **E. Heiden**, **A. Müller** *und* **v. Langsdorff**, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien*, 1885, 58.
45) **Carl Fürst**, *Die Torfstreu in ihrer Bedeutung für Stadt und Land*, *Berlin*, *Parey*, 1888, 6.
46) **Karl Schröder**, „*Die desinfizierende und fäulniswidrige Wirkung des Torfmulls*", *Inauguraldissertation*, *Marburg* 1891.
47) **A. Stutzer** *und* **R. Burri**, *Untersuchungen über die Einwirkung von Torfmull — sowohl bei alleiniger Anwendung desselben, wie auch mit Beigabe gewisser Zusätze — auf die Abtötung der Cholerabakterien*, *Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrkht.* (1893) 14. *Bd.*
48) **C. Fränkel** *und* **E. Klipstein**, „*Versuche über das Verhalten der Cholera- und Typhusbakterien im Torfmull*", *Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh.* (1893) 15. *Bd.* 357.
49) **E. Klipstein**, *Ueber das Verhalten der Cholera- und Typhusbakterien im Torfmull mit Säurezusätzen*, *Hyg. Rundsch.* 3. *Jahrg.* (1893), *No.* 24, 1093.
50) *Gesundheitsingenieur* (1887), 727.
51) *Gesundheitsingenieur* (1886), 555.
52) *Gesundheitsingenieur* (1892), 111.
53) *Mitteilungen über Landwirtschaft* (1886), 8. *Bd.* 11.
54) *Rigai'sche Industriezeitung* (1890), 5 *u.* 6.
55) **G. Schuster**, *Das Erdklosettsystem*, *Aarau* 1892.
56) **O. Jünger**, *Om Toerveklosetter og Toerves systematics Anwendelsen Tie Natrenovation*, *Ugeskr. f. L.* 4. *R.* (1891), 23. *Bd.* 234.
57) *Handbuch der Architektur*, 3. *Teil*, 5. *Bd.* 302 *u. ff*; *siehe auch dieses Handbuch* 2. *Bd.* 2. *Abt.* 2. *Lief.*; **E. Richter**, *Straſsenhygiene und* 2. *Bd.* 1. *Abt.* **Büsing**, *Kanalisation.*
58) **R. Blasius**, *Die Verwendung der Torfstreu*, *Monatsbl. f. öffentl. Gesundheitspfl.* 1884, *S.* 15.
59) **Th. Weyl**, *Berl. klin. Wochenschr.* (1894).

Verzeichnis der Abbildungen.

DIE KANALISATION.

BEARBEITET

VON

PROFESSOR F. W. BÜSING,

DOZENT DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN BERLIN-CHARLOTTENBURG.

MIT 79 ABBILDUNGEN IM TEXT.

HANDBUCH DER HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.

JENA,

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1894.

I. Geschichtliches.

1. Aeltere Zeit bis etwa zur Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts.

Unterirdische Kanäle zur Fortführung von Schmutz- und oft wohl auch von Tagewässern aus der Nähe der Wohnstätten kommen schon im frühen Altertum vor. Reste solcher sind in Babylon, Ninive und in mehreren altägyptischen Orten aufgefunden worden. Im alten Athen gab es Schmutzwasser-Kanäle, die teils überwölbt, teils mit Platten überdeckt waren, und aus dem Salomonischen Tempel in Jerusalem führte ein Kanal das Blut der Opfertiere zu Klärteichen. Diese Klärteiche bilden sicher die ersten bekannten Beispiele ihrer Art und sind um so interessanter, als das Wasser derselben auch zur Berieselung von Gärten benutzt worden ist. Zur Zeit Christi floß aber das Blut von Opfertieren aus dem Tempel in Jerusalem dem Bach Kidron zu, der davon den Namen Kidron, d. i. schwarzer Bach, erhalten hat. – Die ersten Beispiele der Reinigung von Schmutzwasser durch Berieselung sind vielleicht in Aegypten zu suchen; doch fällt der früheste geschichtlich bekannte Versuch erst in das 12. Jahrhundert; seine Urheber waren italienische Mönche, welche das mit den Abwässern der Stadt Mailand verunreinigte Wasser des Flüßchens Vettabir zur Wiesenberieselung benutzten.

Eine noch jetzt funktionierende, sehr alte Kanalanlage ist die der „Cloaca maxima“ in Rom, deren Anfänge aus der etruskischen Zeit (des Tarquinius Priscus, etwa 500 — 550 v. Chr.) datieren, während der größere Teil etwa zu Anfang der gegenwärtigen Zeitrechnung erbaut worden ist. Im alten Rom kommen auch schon Kanäle für den Privatgebrauch, d. h. Anschlußleitungen der Grundstücke vor. In der Regel besteht aber in der alten Zeit lediglich ein Straßenkanal ohne Verbindung mit den anliegenden Grundstücken. Mehrere Kanäle eines und desselben Orts bildeten auch niemals ein zusammengehöriges Ganzes, sondern es war jeder derselben ein Individuum für sich. Die Kanäle nahmen nur das Tagewasser unmittelbar auf, während die auf den Grundstücken erzeugten Schmutzwasser mit Hilfe von Eimern oder ähnlichen Gefäßen an die Kanäle abgegeben werden mußten. —

Ausdehnung und Konstruktion der Kanäle älterer Zeit hat man sich stückweise entstanden zu denken. Wo das Straßengefälle

gering, oder der Weg zum nächsten offenen Gewässer lang war, wurde in der Straße ein Graben ausgehoben, dessen seitliche Ränder man später mit Holz oder Steinpflaster bekleidete; später erst erfolgte die Zudeckung der Rinne mit Bohlen oder Steinplatten. Die Ueberwölbung wird man in den meisten Fällen als Leistung noch späterer Zeiten anzusehen haben.

Neben solcher Entstehungsweise von Kanälen läuft auch die andere her, daß kleine natürliche Wasserläufe, deren Verunreinigung unerträglich geworden war, zugedeckt wurden, um Augen und Nasen der Anwohner zu schützen.

Eine genauere Bestimmung und Anpassung des Profils der Kanäle, bez. des Gefalles derselben an die abzuführenden Wassermengen u. s. w. hat früher kaum je stattgefunden; vielmehr ist für die Gestaltung des Werks in der Regel nur die Rücksicht auf Begehbarkeit oder mindestens Schlupfbarkeit des Kanals — auf die man der Reinhaltung wegen nicht verzichten konnte — maßgebend gewesen. So angelegte offene, oder auch geschlossene Kanäle, mit ungeregeltem Gefälle, unbefestigter Sohle und so geringer Tiefenlage, daß ihr Inhalt allen thermischen Wechseln unterstand, auch ohne geregelte Einrichtungen zum Luftwechsel, mußten viel öfter gesundheitswidrige als gesundheitsdienliche Einrichtungen und um so bedenklicher sein, als es in früheren Zeiten an Einrichtungen zur geordneten Sammlung und Fortschaffung der Abfallstoffe aus den Häusern fehlte, als Straßenpflaster und regelmäßige Straßenreinigung noch unbekannte Dinge waren. Abortseinrichtungen (heimliche Gemächer) nach heutigen Begriffen finden sich in Deutschland zwar schon im Jahre 1497, allgemeiner aber doch erst später, im 16. und 17. Jahrhundert. Auch in Paris sind diese Einrichtungen erst am Anfange des 16. Jahrhunderts üblich geworden, obgleich sog. Spülabtritte schon in Pompeji im Gebrauch gewesen zu sein scheinen und obgleich das Wasserklosett mit Wasserschluß schon in der Alhambra (2. Hälfte das 13. Jahrhunderts) angetroffen wird und wahrscheinlich viel früher schon in Indien bekannt war. Nach England scheint das Wasserklosett von der Alhambra aus gekommen zu sein; doch fällt die Herstellung desselben in der heutigen „modernen" Form in England erst in das Jahr 1810.

In der mittelalterlichen und nachmittelalterlichen Zeit sind mehrfach recht kunstvolle Bewässerungs- und Entwässerungsanlagen für Klöster entstanden. Für ganze Städte jedoch sind nur wenige Beispiele solcher Bauten näher bekannt.

Gelegentlich einer Stadterweiterung durch Hinzunahme des Festungsgeländes erhielt im 12. Jahrhundert Frankfurt a/M. im Zuge des verschütteten Festungsgrabens einen Kanal, dem später mehrere andere folgten.

Im Jahre 1531 wurde in der schlesischen Stadt Bunzlau mit dem Bau von Entwässerungskanälen begonnen; späterhin ist damit nach Bedürfnis fortgefahren worden. Von größerem Interesse als die frühe Kanalanlage ist aber die Thatsache, daß Bunzlau schon im Jahre 1539 Berieselung bei sich eingeführt, und daß der Rieselbetrieb seitdem ohne Unterbrechung forgedauert hat; im Jahre 1748 wird von der Behörde für einen Teil der Stadt ein Regulativ über den Wechsel in der Nutzung des Rieselwassers erlassen. (Vergl. auch S. 5.)

Das nächste bekannte Beispiel früherer Berieselungsanlagen fällt in das Ende des vergangenen, oder den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts; dasselbe betrifft die Berieselung der Craigntinny-Wiesen bei Edinburgh, welche ebenfalls noch heute im Betriebe ist.

Neben Bunzlau ist als Beispiel einer systematischen Städteentwässerungsanlage Turin zu nennen, welches schon im Jahre 1726 den Bau von Kanälen begann, die mittels Hausanschlußleitungen auch alle flüssigen Abfallstoffe der Häuser aufzunehmen und dem Po — sowie einem Nebenflüßchen desselben — zuzuführen hatten. Später 1860 hat man von der Einleitung von Abtrittsstoffen in die Kanäle wieder Abstand genommen.

Englische Städte, namentlich London, besitzen bereits seit Jahrhunderten mehr oder weniger ausgedehnte Kanalanlagen; daß dieselben schon früh von einiger Bedeutung gewesen sind, wird dadurch erwiesen, daß bereits zur Zeit Heinrichs VIII. (1. Hälfte des 16. Jahrhunderts) eine „bill of sewers" erlassen wurde.

2. Neuere und neueste Zeit.

Die neueren, rationell angelegten Städtekanalisationen gehören sämtlich dem gegenwärtigen Jahrhundert an; die ganz überwiegende Zahl derselben ist erst in der 2. Hälfte des Jahrhunderts angelegt worden. Sie unterscheiden sich von den älteren Anlagen, die stückweise entstanden sind und nur einem einzelnen Zwecke oder dem Augenblicksinteresse dienen wollten, insbesondere durch Erfassung der Aufgabe im Ganzen und Herstellung systematisch geordneter Netze an Stelle bloß einzelner Kanäle, durch Anpassung der Profile an die mit mehr oder weniger Sorgfalt ermittelten Wassermengen, durch Exaktheit in der Wahl der Gefälle, durch Einrichtungen zum Reinhalten und Lüften der Kanäle, endlich durch relativ große Sorgfalt in Bezug auf die Beschaffenheit des Materials und der Ausführung. — In der Anfangszeit rationeller Städte-Entwässerungen treffen wir nicht selten auf Kanäle mit undichten Wandungen. Solche Ausführungen kommen seit der Zeit, daß die gesundheitliche Bedeutung der Reinhaltung des Bodens voll erkannt ist, nicht mehr vor, während früher die Kanalwandungen für den Zweck der Senkung des Grundwasserspiegels — infolge unrichtiger Auffassung der in den 50er Jahren auftretenden Lehren Pettenkofer's von der Bedeutung der Grundwasserstände für die Gesundheitspflege — zuweilen mit Absicht durchlässig erbaut wurden.

Die ersten rationell durchgeführten deutschen Entwässerungsanlagen sind erklärlicherweise von englischen Technikern geplant, oder nach englischen Vorbildern ausgestaltet worden. Vereinzelt hat man englische Techniker bis in die 2. Hälfte der 70er Jahre bei Entwässerungsanlagen deutscher Städte zugezogen. Daß dies seitdem aufgehört hat, wird der Ausbreitung spezialistischer Kenntnisse auf diesem Gebiete verdankt, nachdem die deutschen technischen Hochschulen den Gegenstand in ihre Unterrichtsprogramme aufgenommen haften. Bei mehreren Hochschulen ist dieses in der ersten Hälfte der 70er Jahre bei einzelnen schon früher geschehen; an manchen Stellen ist Raum für weitere Ausgestaltung des betreffenden Unterrichts vorhanden. Der Unterricht in diesen Disziplinen konnte aber eine wissenschaftliche Form erst nach und nach in dem Maße gewinnen, als durch die Arbeiten der Hygieniker die Grundlagen dazu geschaffen wurden

und als der neu auftretende Verwaltungszweig: die „Hygiene der Städte" die Anerkennung der Landes-Medizinalbehörden sich errang. Solche Anerkennung hat freilich in Deutschland lange auf sich warten lassen. Bis in die 60er Jahre hinein scheint z. B. das preußische „Ministerium der geistlichen Unterrichts und Medizinalangelegenheiten" von der Mitwirkung bei den Entwässerungsanlagen der Städte sich ziemlich fern gehalten zu haben, da es sonst kaum hätte geschehen können, daß bei der im Jahre 1860 erfolgten Absendung einer Sachverständigen-Kommission nach England zum Studium der dortigen Kanalisationsanlagen das genannte Ministerium unbeteiligt war, und ebensowenig bei Absendung einer zweiten Kommission einige Zeit später. Was in den 60er Jahren zur Sache geschah, wird im großen und ganzen der privaten Thätigkeit einzelner Männer (v. Pettenkofer, Varrentrapp, Wiebe, Virchow) verdankt, deren Arbeiten erst die Grundlage für das Eintreten der preußischen Medizinalpolizei gebildet zu haben scheinen. Der Beginn einer besonderen Thätigkeit dieser Behörde fällt in die Periode des raschen Aufschwungs einer großen Anzahl deutscher Städte in der ersten Hälfte der 70er Jahre, welcher einesteils das Zusammenströmen größerer Menschenmassen in manchen Städten mit sich brachte, andererseits den Städten die Mittel lieferte, so kostspielige Unternehmungen wie Wasserleitung und Entwässerung im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege in die Hand zu nehmen.

Zu praktischen Leistungen auf dem Gebiete der Städteentwässerung bedurfte es jedoch außer Technikern und Hygienikern thätigster Arbeit der an der Spitze städtischer Gemeinwesen stehenden Verwaltungsbeamten; auch unter ihnen besaß Deutschland früh einige Männer, die ihre ganze Kraft für den Gegenstand eingesetzt haben.

Aus der großen Anzahl von Männern, welche in Deutschland um die Förderung des beinahe wichtigsten Zweiges der Städte-Assanierung, der Kanalisation, sich in der Frühperiode besonders verdient machten, seien hier nur die Namen einiger weniger hervorgehoben: außer den oben bereits genannten sind es von Technikern etwa Lindley, Gordon, Hobrecht, Baumeister, Latham, Bazalgette, Chadwick, Durand-Claye und von Verwaltungsbeamten v. Winter-Danzig, v. Erhardt-München, v. Forkenbeck-Berlin.

Nunmehr mögen noch die ersten großen Städteentwässerungen der Neuzeit, darunter insbesondere diejenigen in Deutschland, kurz vorgeführt werden.

Die Zerstörung Hamburgs durch den großen Brand im Mai 1842 gab den Anlaß zur Aufstellung eines den zerstörten Stadtteil umfassenden Entwässerungsplanes; dieser Plan ist bis zum Jahre 1848 ausgeführt worden, 1853 erfolgte die Ausdehnung der Entwässerung auf das ganze übrige Stadtgebiet und 1871—1875 eine abermalige Erweiterung, deren Hauptteil der Bau des sogen. Geeststammsiels war, eines Kanals, der insbesondere dazu dient, die Abwässer der an der oberen Alster liegenden Stadtteile aufzunehmen, um den Fluß und die beiden Alsterbecken von Verunreinigungen frei zu halten. — Das Hamburger Geeststammsiel ist wesentlich ein Abfangkanal (intercepting sewer).

Ein Vorbild größten Ranges hatte dafür London geboten, wo im Jahre 1853 Bazalgette den Auftrag erhielt, einen Plan zur Abstellung der unerträglich gewordenen Mißstände zu verfassen, die aus der Einleitung der Abwässer der Stadt innerhalb des Weichbildes in

die Themse entstanden waren. Große Abfangkanäle, die an beiden Ufern der Themse etwa 30 km stromabwärts geführt und in der Zeit von 1860—1875 mit einem Kostenbetrage von etwa 120000000 M. erbaut worden sind, haben den Uebelstand beseitigt, jedoch nicht so radikal, daß später nicht wiederum — nun aber weiter stromabwärts — schlimme Verhältnisse Platz gegriffen hätten, deren man durch Anwendung neuer Mittel bisher noch nicht Herr geworden zu sein scheint.

Für Paris, welches aus älterer Zeit größere Kanalanlagen besaß, ist im Jahre 1856 ein umfassender Entwässerungsplan zustande gekommen, der für alle späteren Ausführungen die Grundlage gebildet hat.

In Frankfurt a. M. ward im Jahre 1854 die Ausführung einer systematischen Entwässerungsanlage — an Stelle der bisherigen ungenügenden Einzelkanäle — angeregt, ohne daß aber bis zum Jahre 1863 in dieser Angelegenheit weitere Schritte erfolgten. In diesem Jahre sendete die Stadt eine Sachverständigenkommission nach England, welche später, 1867, einen Plan ausarbeitete, dessen Ausführung sofort begann und auf Grund dessen alle neueren Entwässerungsanlagen in der Stadt hergestellt worden sind.

In Brüssel sind zu Anfang der 60er Jahre und später die bestehenden Kanalanlagen erweitert und einheitlich ausgestaltet worden, insbesondere durch den Bau von Abfangkanälen, entlang dem die Stadt durchfließenden Sennebach, welcher überwölbt und über dem der heutige Boulevard central angelegt ist.

Für Danzig wurde in der Hälfte der 60er Jahre von Wiebe ein Kanalisationsplan aufgestellt, dessen Ausführung am 23. März 1869 von den städtischen Behörden beschlossen ward. Der Bau ist in dem kurzen Zeitraum bis zum Schluß 1871 vollständig durchgeführt worden.

In Dresden sind zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts, als die Zuschüttung der Festungsgräben stattfand, im Zuge derselben unterirdische Kanäle angelegt, denen später mehrere andere hinzutraten. Bis zum Jahre 1860 ward ohne Gesamtplan gebaut, dann aber ein solcher Plan für die Hauptzüge des Netzes aufgestellt, nach welchem ein großer Teil der Stadtentwässerung in den Jahren 1868—1874 hergestellt worden ist.

Für Berlin, das aus früherer Zeit nur einzelne wenige unterirdische Abzugskanäle besaß, sind vom Beginn des gegenwärtigen Jahrhunderts an mehrfach Entwässerungspläne entworfen worden, die aber keinerlei praktische Folge hatten. Erst die Einführung der öffentlichen Wasserleitung im Jahre 1856 machte die Aufgabe so dringend, daß man zu genaueren Studien schreiten mußte, wozu im Jahre 1860 eine Sachverständigenkommission nach England entsendet wurde. Die Frucht dieser Reise war der Plan Wiebe's, nach welchem die gesamten Abwässer Berlins an einem Punkte des Spreeufers unterhalb der Stadt zusammengeführt und dort dem Fluß übergeben werden sollten. Nach der Größe der Mißstände, welche die Ausführung dieses Planes unzweifelhaft im Gefolge gehabt haben würde, darf es als ein Glück bezeichnet werden, daß dieselbe unterblieben ist, und auch die Frage noch einige Jahre geruht hat, nach deren Ablauf durch Hobrecht eine ungleich rationellere Lösung vorgeschlagen werden konnte. — 1869 beschloß die Stadt eine Reihe praktischer Versuche, die insbesondere die Reinigung der Schmutzwässer mittels Rieselung betrafen, und nachdem diese Versuche günstige Ergebnisse geliefert hatten, ward im Jahre 1873 der Beschluß gefaßt, „versuchsweise" einen Teil der Stadt — der die Bezeichnung Radialsystem III erhielt — nach dem Hobrecht'schen, im Jahre 1871 aufgestellten Plane zu kanalisieren. Die

Ausführung, welche sich unmittelbar anschloß, erforderte den Zeitraum von etwa 3 Jahren. Darnach ist man alsbald zur Ausdehnung der Kanalisation auf das ganze damalige Stadtgebiet (umfassend die Radialsysteme I und II, sowie IV—VII) übergegangen, die auch gegen Ende der 80er Jahre beendet waren. Seitdem ist die Kanalisation auch auf die Außengebiete der Stadt erstreckt worden. Bis zum Jahre 1893 sind in Berlin 11 Radialsysteme (I—VIII und X—XII) im Bau vollendet und zwei weitere in Angriff genommen worden. Die Anzahl der angeschlossenen Grundstücke betrug um diese Zeit 22 107 mit einer Bewohnerzahl von 1 552 200.

München hat eine Anzahl Kanäle bereits im vergangenen Jahrhundert besessen. 1857 erfolgte (durch Zenetti) die Aufstellung eines Entwässerungsplanes für die Ludwigs- und Maxvorstadt, wobei 3 Klassen von Kanalgrößen — alle besteigbar — angenommen wurden. Die — stückweise — Ausführung dieses Planes erstreckte sich in die 70er Jahre hinein, bis das Netz im ganzen 21 260 m Länge erreicht hatte. — Bemerkenswert an diesem alten Netz ist, daß dasselbe durchgängig sehr gute Einrichtungen zum Spülen besaß, indem an den oberen Kanalenden aus städtischen Wasserleitungen gespeiste Spülbehälter angelegt, sonst Aufstauvorrichtungen in den Kanälen selbst angeordnet waren. — Im Jahre 1873 erteilten die Münchener städtischen Kollegien Auftrag zur Verfassung eines die ganze Stadt umfassenden Entwässerungsplanes; doch gelangte der im Jahre 1876 veröffentlichte Plan Gordon's nicht zur Ausführung, sondern erst ein zweiter, in der zweiten Hälfte der 70er Jahre vom Stadtbauamt verfaßter, der im Jahre 1880 die Genehmigung der städtischen Kollegien erhielt und seitdem in der Ausführung begriffen ist.

In Stettin gab eine große Zahl einzelner Kanäle auf kurzem Wege die Schmutzwässer an die Oder ab. Die Stadt ließ in der zweiten Hälfte der 60er Jahre ein Kanalisationsprojekt von Hobrecht bearbeiten, welches unmittelbar darauf von dem Projektverfasser auch ausgeführt worden ist.

Köln besaß eine Anzahl im Laufe langer Jahre nach und nach entstandener, in den Rhein mündender Kanäle. Unter Einbeziehung des ehemaligen, von der Stadt erworbenen Festungsgebietes ist im Jahre 1881 die Bearbeitung eines umfassenden Entwässerungsplanes erfolgt, der etwa seit dem Beginn der 90er Jahre in der Ausführung begriffen ist.

Ganz ähnlich wie in Köln liegen die Verhältnisse in Magdeburg.

Hannover besaß gleichfalls aus früherer Zeit, besonders aber aus der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts eine Anzahl, teilweise sehr tief liegender einzelner Kanäle, dazu eine, durch ein Wassertriebwerk getriebene Schöpfanlage für Rinnsteinspülung. Nachdem die Einleitung der Abwässer in den Leinefluß innerhalb der Stadt selbst als unzulässig erkannt worden war, ist in der zweiten Hälfte der 80er Jahre der Bau einer neuen systematischen Entwässerungsanlage in Angriff genmmen worden.

Von anderen großen und größeren deutschen Städten, welche in den 70er und 80er Jahren systematische Entwässerungsanlagen geschaffen oder doch begonnen haben, mögen noch angeführt werden: Bremen, Bremerhaven, Breslau, Charlottenburg, Dortmund, Düsseldorf, Elberfeld, Essen a. d. R., Halle a. d. S., Königsberg, Nürnberg, Potsdam, Wilhelmshaven, Witten a. d. R., Wiesbaden; zahlreiche kleinere Orte, welche gleichfalls kanalisiert worden sind, bleiben ungenannt. In mehreren von den angeführten

Städten befindet sich der Hauptteil des Kanalisationswerks noch in der Ausführung. —

Wirft man einen vergleichenden Blick auf die Leistungen der Hauptstaaten Europas im Gebiete der Städteentwässerung, so ergiebt sich, daß England, welches früher allen kontinentalen Staaten auf diesem Gebiete vorausgeeilt war, neuerdings die führende Rolle anscheinend eingebüßt hat; denn seit Beginn der 70er Jahre ist in Deutschland eine so große Zahl rationell angeordneter Städtekanalisationen durchgeführt worden, wie vielleicht in keinem aller übrigen europäischen Länder.

Frankreich, Belgien und Holland sind, was die Provinzialstädte betrifft, Oesterreich und Italien dagegen mehr allgemein zurückgeblieben: doch werden in letzterem Lande neuerdings größere Anstrengungen sichtbar. Anfänge sind auch in Rußland zu bemerken. In Spanien hat man, was Anlagen rationeller Art betrifft, bisher noch kaum irgendwelche Thätigkeit entwickelt.

Vergl. auch Blasius dieses Handbuchs Bd. II Abtlg. 1 S. 1 ff., wo vielfach historische Uebersichten gegeben sind, welche auch an dieser Stelle interessieren; ferner a. a. O. S. 37 ff., wo die sanitären Erfolge der Kanalisation berührt werden.

Trotzdem die Aufgabe verhältnismäßig neu ist, hat sich in Bezug auf die wesentlichen technischen Grundzüge für Städteentwässerungsanlagen bereits ein hoher Grad von Uebereinstimmung herausgebildet; bestehende Verschiedenheiten finden meist in örtllichen Besonderheiten, Beschaffenheit des Baumaterials, der Verwaltungseinrichtungen u. s. w. ihre Erklärung.

Die noch heute viel umstrittene Frage, ob alle oder nur ein Teil der flüssigen Abfallstoffe incl. der Regenwasser den Kanälen zu übergeben seien (tout à l'égout?), wird wohl niemals allgemein, sondern immer nur im Einzelfall auf Grund örtlicher Verhältnisse entschieden werden können. Die besondere Beachtung aber, welche noch bis vor wenigen Jahren den Trennsystemen beigelegt wurde, scheint zur Zeit etwas in Abnahme begriffen zu sein.

Ungleichheiten der Auffassung bestehen noch vielfach mit Bezug auf die Bedeutung, welche dem Luftwechsel in den Kanälen in gesundheitlicher Hinsicht zukommt. Die große Mehrzahl will durch Schaffung möglicht vieler geregelter Verbindungen das Kanalinnere mit der freien Atmosphäre in innige Berührung setzen und dadurch nicht nur der Entstehung gesundheitsschädlicher Gase in den Kanälen zuvorkommen, sondern auch für bereits entstandene Auswege an geeigneten Stellen schaffen, wo sie sich mit atmosph. Luft ausreichend vermischen sollen. Die andere Ansicht will ebenfalls der Bildung von Kanalgasen möglichst zuvorkommen, diesen Zweck aber nicht durch Luftzufuhr, sondern durch Verringerung des Luftinhalts der Kanäle und Reinhaltung der Wandungen derselben erreichen. Die sehr geringen Mengen von Gasen — deren Bildung nicht zu verhindern ist — sollen von der Verbindung mit der Straßenluft abgesperrt werden. Es muß zugegeben werden, daß es Fälle geben kann, in denen auch eine Kanalisationsanlage ohne besondere Einrichtungen zum Luftwechsel vom gesundheitlichen Standpunkte aus einwandfrei ist; die Begründung dafür folgt an späterer Stelle.

1) Finkelnburg, *Die öffentliche Gesundheitspflege Englands* (1874).
2) Jul. Rochard, *Encyclopédie d'hygiène, Tome* 3, 211 *ff.*
3) Merkel, *Zur Geschichte der Technik, Deutsch. Bauzeitung* (1888).
4) Dörich, *Wasserversorgung und Kanalisation von Bunslau* (1883).
5) *Bericht über die Allgem. deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens in Berlin* 1882/83, 3. *Bd.* (1886).
6) Koppin, *Ueber die Entwässerung der Stadt Hamburg durch unterirdische Kanäle* (1851).
7) *Hamburg in naturwissenschaftlicher und medizinischer Beziehung, Festschrift zur* 49. *Versammlung deutsch. Naturforscher und Aerzte* 1876.
8) Virchow *und* Guttstadt, *Die Anstalten der Stadt Berlin für die öffentliche Gesundheitspflege, herausgegeben von den städtischen Behörden aus Anlafs der* 59. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte* 1886.
9) Lent, *Köln, Festschrift zur* 61. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte* 1888.
10) *Festschrift der Stadt Berlin, dargeboten dem* 10. *internationalen medizinischen Kongrefs* 1890.
11) Aird, *Ein Rückblick auf die Kanalisation von London, Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege* (1887).

II. Aufgabe im allgemeinen und Zeitpunkt.

1. Hygienische Bedenklichkeit der Abfallstoffe.

Die den unterirdischen Kanälen zuzuweisenden Wasser sind mit mineralischen und organischen Stoffen vereinigt, von welchen letztere unter der Einwirkung von Bakterien der Fäulnis verfallen.

Es gilt als ein kaum noch anfechtbarer Grundsatz der öffentlichen Gesundheitspflege, daß alle Stoffe, welche sich im Zustand der Fäulnis befinden oder in diesen leicht überzugehen vermögen — und das sind vorzugsweise die Abfälle des menschlichen Haushalts, also die Dejektionen von Mensch und Tier, die Küchenreste und teilweise auch die Abfälle von Fabriken etc. — aus der Nähe menschlicher Wohnungen so bald als möglich entfernt werden müssen.

Diese Forderung wird gestellt, weil sich beim Studium vieler Epidemien gezeigt hat, daß Krankheiten wie Typhus und Cholera hauptsächlich an Orten zum Ausbruch gelangen, welche durch die Abfälle des menschlichen Haushaltes stark verunreinigt wurden.

Die Bedenklichkeit der Anwesenheit von Fäulnisstoffen in der menschlichen Nähe fußt speziell auf folgenden Erfahrungen:

1) daß solche Stoffe gelegentlich (vorübergehend) Nährböden für pathogene Mikroben bilden können;

2) daß sich in denselben spezifische Gifte, die unter dem Sammelnamen Ptomaïne begriffen werden, nebst giftigen Gasen (Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Sumpfgas) entwickeln. In welch hohem Maße hoch fäulnisfähige Stoffe, wie die menschlichen Exkremente, auf die Luftbeschaffenheit der Umgebung wirken können, haben Feststellungen Erismann's erwiesen, nach welchen aus 1 cbm Grubeninhalt, der aus 1 Teil Faeces und 3 Teilen Urin besteht, bei mäßigem Luftwechsel in 24 Stunden 317 l Kohlensäure, 148 l Ammoniak, 0,9 l Schwefelwasserstoff und 590 l Sumpfgas entwickelt werden. Damit ist jedoch das Maß der stattfindenden Luftverschlechterung noch nicht erschöpft, weil durch jene Prozesse der umgebenden Luft (gleichfalls in der Zeitdauer von 24 Stunden) 538 l Sauerstoff entzogen werden. Das Volumen der giftigen Gase ist daher etwa gleich groß mit dem von den erzeugenden Stoffen selbst eingenommenen Raum, und es würde zudem einem etwa 5 mal so großen Volumen Luft der Sauerstoffgehalt

vollständig entzogen werden, wenn nicht Ersatz desselben aus der weiteren Umgebung stattfände.

3) Besonders wichtig ist aber die Verunreinigung des Bodens, des Grundwassers und damit des Trinkwassers durch Einsickern von Schmutzstoffen in denselben. Auf diese, für die Bestrebungen der öffentlichen Gesundheitspflege grundlegenden Erfahrungen braucht jedoch an dieser Stelle nicht eingegangen zu werden, weil dies bereits von Fodor in der Hygiene des Bodens (Bd. I dieses Handbuchs) und von R. Blasius in der Einleitung zu gegenwärtigem Bande geschehen ist.

Der im Vorhergehenden mitgeteilten Auffassung entsprechen zwei Thesen, welche auf der 13. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege 1886 zu Breslau gefaßt worden sind und folgenden Wortlaut haben:

1) Jede größere, namentlich mit Wasserleitung versehene Stadt kann eine geregelte Entwasserung durch eine unterirdische Kanalisation nicht entbehren, da die Schmutzwasser so rasch als thunlich aus dem Bereiche der Wohnung entfernt werden müssen.

2) Die Kanäle sollen zur Aufnahme und sicheren Abführung der gesamten Schmutzwasser — einschließlich der Klosettabgänge — und des Regenwassers geeignet sein, insoweit nicht die örtlichen Verhältnisse die besondere — getrennte — Ableitung des Regenwassers als zweckmäßig erscheinen lassen.

1) **v. Pettenkofer**, *Vorträge über Kanalisation und Abfuhr* (1880).
2) **v. Pettenkofer** *in der Viertelj. f. öffentl. Gesundheitspflege* 6. *Bd.*
3) **v. Pettenkofer**, *Das Kanal- oder Sielsystem in München* (1869).
4) **Virchow**, *Kanalisation oder Abfuhr? Eine hygienische Studie* (1869).
5) **Virchow**, *Reinigung und Entwässerung von Danzig* (1865).
6) **Virchow**, *Gutachten über die Kanalisation Berlins* (1868).
7) **Virchow**, *Reinigung und Entwässerung Berlins*; *einleitende Verhandlungen und Berichte* (1870 *bis* 1879) (*darin enthalten der „Generalbericht“*).
8) **Virchow**, *Typhus und Städtereinigung, Deutsche Mediz. Wochenschrift* (1876).
9) **Flügge**, *Beiträge zur Hygiene* (1879).
10) **Soyka**, *Untersuchungen zur Kanalisation* (1885).
11) **Soyka**, *Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände* (*Hygien. Tagesfragen I.*), *München* 1889.
12) **Lent**, *Bericht über den „Generalbericht“ von Virchow über die Arbeiten der Städt. gem. Deputation in Berlin für die Untersuchung der auf Kanalisation bezügl. Fragen, Niederrhein. Korrespondenzbl.* (1873).
13) **Varrentrapp**, *Ueber Entwässerung der Städte, über Wert oder Unwert der Wasserklosetts und deren angebliche Folgen* (1868).
14) **Varrentrapp** *in der Viertelj. f. öffentl. Gesundheitspflege* 12. *Bd.*
15) *Bericht über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat in München niedergesetzten Kommission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr, München* 1876.
16) **Erismann** *in* **Pettenkofer**, *Handbuch der Hygiene.* 2. *Bd.* 1. *Abt. S.* 75.
17) **v. Fodor**, *Hygiene des Bodens in Bd.* 1 *dieses Handbuches.*
18) *First Report of the Commissioners appointed in* 1868 *to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers, London* 1870.
19) **Eulenberg**, *Handbuch des öffentl. Gesundheitswesens* (1887).
20) **Eulenberg**, *Gutachten über die Kanalisation der Städte, Berlin* 1883.
21) **v. Fodor**, *Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser* (1882).
22) **Th. Weyl**, *Die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte* (1893).
23) **Weyl**, *Berl. klin. Wochenschrift* (1893 *und* 1894). *Dort ausgedehnte Diskussion der Berl. med. Gesellschaft über das eben citierte Werk von Th. Weyl.*
24) *Abnahme des Sterblichkeit infolge unterirdischer Entwässerungsanlagen, in den Engineering News* (1885).
25) *Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege* (1886).
26) **Arnould**, *Éloignement des immondices, in Nouveaux élémens d'hygiène* 2. *édit. Paris* 1889.

27) **Baldwin Latham**, *Sanitary Engineering*, 2. ed. (1878).
28) **Langsdorff**, *Die neuesten Erfahrungen auf dem Gebiet der Städtereinigung, Dresden* 1884.
29) **Baumeister**, *Städteerweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirtschaftlicher Beziehung* (1876).
30) **Baron** *im Centralbl. f. allgemeine Gesundheitspflege* (1886) *über den Einflufs von Kanalisation und Wasserversorgung auf Typhus- und Cholerafrequenz.*
31) **Hueppe** *im Journal f. Gasbeleuchtung* (1887) *über denselben Gegenstand.*
32) **Köhn**, *Die Kanalisation von Charlottenburg, Vierteljahrsschr. für öffentl. Gesundheitsheitspflege* (1887).
33) **Hobrecht**, *Die Kanalisation von Stettin* (1868).
34) **Hobrecht**, *Beiträge zur Beurteilung des gegenwärtigen Standes der Kanalisations- u. s. w. Frage*, 1883.
35) **Gordon**, *The drainage of continental towns, Leicester* 1885.

2. Begrenzung der Aufgabe.

Bei den Abfallstoffen, welche im menschlichen Haushalt und in seiner Umgebung entstehen, handelt es sich teils um einen festen, teils um flüssigen, teils um verflüssigungsfähigen Zustand. Beim Fortschaffen der Abfallstoffe würde es grundsätzlich falsch sein, trockene Stoffe zu verflüssigen, schon weil dadurch die Ausbreitung von Schädlichkeiten, welche jene Stoffe enthalten, befördert werden könnte. Wenn also das Wort „Abfuhr“ in dem üblichen engeren Sinne aufgefaßt wird, muß außer den Einrichtungen zur Beseitigung der flüssigen und nassen Abfallstoffe durch Abschwemmung immer auch noch für geordnete Abfuhr der trockenen Abfallstoffe gesorgt werden. Zwar wird zuweilen auch Straßenkehricht durch künstliches Abschwemmen beseitigt, weil das Abschwemmen ein bequemes und meist auch billiges Transportmittel ist; man kann aber diesem Verfahren einen anderen Vorzug als den der Einfachheit kaum beilegen. Nur besondere Umstände, wie z. B. Eigenart des Straßenpflasters, vornehmer Charakter der Oertlichkeit, geringer Verkehr können dasselbe in Einzelfällen rechtfertigen.

Unter Ausschluß des Haus- und Straßenkehrichts [1]) verbleiben zur Fortschaffung durch Abschwemmen:

a) die menschlichen Auswurfstoffe;
b) das sog. Brauchwasser;
c) das Regenwasser von Straßen und Höfen;
d) in Badeorten und Industrieplätzen oft noch beträchtliche Mengen von Bade-(Quellen-)Wassern, Gewerbe- und Fabrikwassern.

Das Gemisch, die Vereinigung der Stoffe zu a—d, nennt man Abwasser.

3. Direkter und indirekter Einfluß der Bevölkerungsdichte.

Gesundheitliche Anforderungen insbesondere und nebensächlich Verkehrsrücksichten begründen die Notwendigkeit, sich der Abwasser auf unterirdischem Wege zn entledigen. Diese Notwendigkeit tritt aber an die betr. Orte zeitlich sehr verschieden heran; maßgebend dafür sind gewöhnlich Ortsgröße und Bevölkerungsdichte. Während aber kleine Orte auch bei dichter Anhäufung der Bevölkerung zuweilen imstande sind, ihre gesundheitlichen Zustände auch ohne unterirdische Fortschaffung der Abwasser auf einer befriedigenden Höhe zu erhalten, werden große, dicht bevölkerte

1) Vgl. die Monographie von E. Richter in der 2. Abteilung dieses Bandes.

Orte dies nicht vermögen; es sind für sie aber auch die den Einzelnen treffenden bezüglichen Kosten geringer als in kleinen Orten.

Bei geringer Bevölkerungsdichte — vielleicht 40 oder etwas darüber Bewohner auf 1 ha — lassen sich die Abfallstoffe auf dem Grundstücke selbst, auf dem sie erzeugt werden, landwirtschaftlich verwerten, ohne daß die Bewohnerschaft belästigt wird und auch ohne daß die Gefahr der Schädigung des Brunnenwassers durch Bodenverunreinigung entsteht, weil die Menge der Stoffe vom Boden noch gut verarbeitet (oxydiert) wird, wenn in der Umgebung der Häuser Gartenbau besteht; doch dürfen die Brunnen nicht Flachbrunnen sein, sondern müssen das Wassser aus größerer Tiefe entnehmen. Wächst die Bevölkerungsdichte bis auf 100 Bewohner pro ha, was etwa diejenige mancher kleiner Städte mit noch einigem Ackerbau, auch mit einiger Industrie ist, so ist die landwirtschaftliche Nutzung der Abfallstoffe schon schwierig, teils weil ihre Menge während der Sommer- sowohl als Wintermonate unbequem groß wird, teils auch deshalb, weil infolge der beschränkten Größe der Hausgärten und anderer Landflächen in der Nähe der Häuser längere Transportwege entstehen. Immerhin ist auch bei dieser Bevölkerungsdichte die Verarbeitung der Abfallstoffe auf und in der Nähe der bewohnten Grundstücke in nicht großen Orten noch ohne besondere Mißstände möglich, wenn durch Erlaß und strenge Handhabung zweckmäßiger Polizeivorschriften über Beschaffenheit und Größe von Aborten, Müllgruben oder Tonnen, über Räumungszeiten oder Räumungsweisen derselben und über Fernhalten von flüssigen Abfallstoffen aus den Straßenrinnen strenge Ordnung in diesen Dingen aufrecht erhalten wird. Wenn aber die Bevölkerungsdichte über etwa 100 Köpfe pro ha hinauswächst, dabei auch die Stadt eine gewisse Größe überschreitet, oder wenn die Unterbringung der Abfallstoffe in der nahen Umgebung der Stadt bezw. der Abtransport auf weite Entferungen auf Schwierigkeiten stößt, so sind trotz strenger polizeilicher Aufsicht Belästigungen und auch Mißstände nicht mehr vermeidbar, teils weil die Menge der Abfallstoffe zu bedeutend, teils weil die Entfernungen, bis zu welchen dieselben zu schaffen sind, zu groß werden.

Es pflegt auch bei so großer Bevölkerungsdichte die bisher ausreichend gewesene Wasserversorgung aus Hausbrunnen (Einzelversorgung) auf Schwierigkeiten zu stoßen, indem die Zahl der Brunnen, welche „gutes" Wasser liefern, zu klein wird, oder indem für die Bewohner der oberen Geschosse der Häuser Unbequemlichkeiten mit dem Heranschaffen des Wassers verknüpft sind. Zunächst wird dann von einzelnen und, weitergehend, von einer nach und nach wachsenden Anzahl von Eigentümern versucht, durch Anlage von häuslichen Wasserleitungen (Privat-Wasserleitungen) den Unbequemlichkeiten zu begegnen. Neben den wohlhabenderen Bewohnern sind es die Eigentümer von Mietshäusern, welche, durch ihr pekuniäres Interesse veranlaßt, zur Anlage von Privat-Wasserleitungen schreiten. Der Entstehung von solchen folgt dann bald die Anlage von Wasserklosetts in den betr. Häusern, die ihrerseits den Bau von größeren Gruben zur Sammlung der Klosettwasser bedingt. Gerade diese Gruben sind bei der Dünnflüssigkeit ihres Inhalts gesundheitlich recht schlimme Anlagen, da sie unter dem hydrostatischen inneren Druck größere Mengen von dem Inhalt durch Boden und Wände versickern lassen und — bei nicht immer rechtzeitiger, zuweilen auch

durch Frost gehemmter — Leerung auch durch Ueberlaufen beträchtliche Mengen Schmutzwasser an das umgebende Erdreich abgeben (Preuß. Minist. Erl. vom 4. Nov. 1887, betr. die Verbindung von Spülabtritten mit Abtrittsgruben). Die Abfuhr des Grubeninhalts in Fässern ist — wenn auch ohne große Belästigungen ausführbar — sehr kostspielig (1 cbm 1—2 M.), und dieser Umstand giebt wiederum unvermeidlich Veranlassung zur Ergreifung widerrechtlicher Mittel, um die Menge von Abwassern zu verringern. Es werden Gruben ohne feste Sohle oder mit stark durchlässiger Wand, oder Drainageleitungen angelegt, durch welche man einen mehr oder weniger großen Teil der Schmutzwasser dem Boden absichtlich zuführt[1]).

Der Betrieb der Privatwasserleitungen stellt sich zwar oft nicht teurer als der Wasserbezug aus einer öffentlichen Leitung, hat jedoch insofern Mängel, als das Wasser nicht immer frisch verbraucht wird, in seiner Temperatur daher starken Schwankungen unterliegt, ferner mit geringem Drucke ausfließt, so daß seine Benutzung z. B. für Brausebäder und Klosettspülungen, namentlich aber für Feuerlöschzwecke oft wenig befriedigt. Hierzu kommt die lästige Aufstellung und Reinhaltung eines häuslichen Reservoirs. Daraus erklärt sich die regelmäßige Erscheinung, daß die Besitzer von Privat-Wasserleitungen Bestrebungen zur Einführung einer öffentlichen Wasserleitung rege fördern, sobald von demjenigen Teile der Bürgerschaft, welcher noch keine Privat-Wasserleitungen besitzt, die Initiative dazu ergriffen wird. Letztere aber setzt rasch ein, weil durch das Fehlen der Wasserleitung in einem Hause der Besitz desselben minderwertig gemacht wird, insofern Mieter und Käufer Häuser mit Wasserleitung bevorzugen. Das Ende solcher Bestrebungen ist darum bald früher, bald später die Einführung einer öffentlichen Wasserleitung.

4. Besonderer Einfluß der Einführung einer öffentlichen Wasserleitung.

Nach Einführung einer öffentlichen Wasserleitung kann die Anlage von Wasserklosetts, welche ohne dieselbe immer nur vereinzelt vorkommen wird, in größerer Zahl auch durch strenge Polizeiverbote nicht mehr verhindert werden, da Wohnungen ohne Wasserklosetts einen geringeren Ertrag als solche mit Wasserklosets liefern. Einzig in der beschränkten Zuführung von Wasser zu den Häusern oder in der Festsetzung eines außergewöhnlich hohen Wasserpreises sind Mittel zur Hand, um die an sich erwünschte allgemeinere Einführung von Wasserklosetts in ein langsameres Tempo zu bringen. Beide Mittel sind aber vom gesundheitlichen Standpunkte aus zu verwerfen.

In der Regel wird daher mit der Einführung der öffentlichen Wasserleitung die Frage der Schaffung einer unterirdischen Entwässerungsanlage nahe gerückt und oft eine solche von nur noch kurzer Dauer geworden sein. Es ist die bedeutende Vergrößerung der Menge der Hauswasser, weniger die Beschaffenheit derselben, welche in dieser Frage den Ausschlag zu geben pflegt. Der nicht großen Menge der bei geringer Wasserzuführung entstehenden dickflüssigen Hauswasser vermag man sich durch Nutzung zu Düngezwecken in Feld und Garten,

---

1) Vergl. über die verschiedenen Abfuhrsysteme: R. Blasius in diesem Bande, S. 43 u. ff.

durch Vergraben auf unbenutzt liegenden Flächen und Plätzen, Ausschütten auf Düngerhaufen, in die Müllgruben, durch heimliche Entleerung in die Straßenrinnen, offene Wasserläufe, Gräben u. s. w. noch ohne besonders große Kosten zu entledigen. Bei starker Vergrößerung der Hauswassermengen aber, wie die Einführung einer öffentlichen Wasserleitung sie mit sich bringt, hört diese Möglichkeit bald auf, wenn nur von der Polizei auf den Verbleib der Abwasser ein wachsames Auge gerichtet und auch nur den gröblichen Verunreinigungen des Bodens oder der offenen Gewässer und der Straßenrinnen gesteuert wird. — Die stärkere Verdünnung der Abwässer, welche mit Einführung der öffentlichen Wasserleitung verbunden ist, setzt zwar den Verunreinigungszustand derselben herab; die Wasser verlieren aber dadurch an Schädlichkeit nichts, sondern es wird letztere insofern noch vermehrt, als die stärkere Verflüssigung die Ausbreitung der Schädlichkeit auf größeren Umfang, namentlich durch tieferes Versickern in den Boden mit sich bringt.

Die Voraussetzung, daß das Bestehen einer Wasserleitung die Einführung von Wasserklosetts unausbleiblich nach sich zieht, hat sich in neuerer Zeit wohl überall als richtig erwiesen. In früherer Zeit bestand neben einer Wasserleitung oft auch das Grubensystem, und in einer Anzahl selbst größerer Städte besteht dieser gewissermaßen „vererbte" Zustand auch heute noch. Man muß denselben jedoch vom gesundheitlichen Standpunkte aus als einen anormalen bezeichnen. Läßt sich aber auch dieser besondere Zustand für eine Reihe von Jahren aufrecht erhalten, so ist der andere, zuweilen vorkommende, daß nach Anlage einer Kanalisation die Klosettwasser von der Aufnahme in dieselbe ausgeschlossen sind und nach wie vor in Gruben gesammelt werden müssen, wohl kaum erträglich, schon aus dem Grunde nicht, weil damit der Leistungsfähigkeit der Kanalisation direkt geschadet wird. Denn die Kapazität der Kanäle wird durch die Aufnahme der Klosettwasser fast gar nicht berührt; dadurch aber, daß man denselben die Klosettwasser vorenthält, leidet die Schnelligkeit des Abflusses der Kanalwasser, die Spülwirkung und der Luftwechsel in den Kanälen (vergl. hierzu weiterhin unter III und XIV). Vom gesundheitspolizeilichen Standpunkte aus sollte daher ein Zustand wie der hier geschilderte überhaupt nicht geduldet werden.

5. Oberirdische Ableitung des Meteorwassers.

Was das von Dächern, Höfen und Straßen abfließende Regenwasser betrifft, so kann in manchen Städten auf eine unterirdische Abführung desselben dauernd verzichtet werden. In nicht zu großen Orten mit geringem Verkehr, weitläufiger Bebauung, guter Beschaffenheit, einigem Längengefälle der Straßen und nicht zu großer Entfernung von offenen Wasserläufen steht oberirdischer Ableitung des Regenwassers kein Bedenken entgegen, wenn nur der Möglichkeit vorgebeugt ist, daß den offen abfließenden Tagewassern auch die häuslichen Brauchwasser zugeführt werden, wenn ferner nicht Stellen in bebauten Gegenden vorkommen, an welchen die Tagewasser in größeren Mengen sich lachenartig sammeln, um langsam durch Versickern und Verdunsten zu verschwinden. Eine günstige Höhenlage des Ortes, tief liegendes Grundwasser, bei nicht zu weiter Entfernung eines offenen Recipienten, ebenso aber auch tiefe Lage des Orts und hoher Grund-

wasserstand, nebst unmittelbarer Nähe von offenen Gewässern sind Umstände, welche eine Stadt veranlassen können, von Einführung einer unterirdischen Entwässerungsanlage abzusehen, vorausgesetzt, daß nicht in Umständen anderer Art zwingende Gründe dafür gegeben sind.

Da Desinfektionseinrichtungen für die Hauswasser, namentlich wenn dieselben in die einzelnen Häusern verlegt werden, erfahrungsmäßig denjenigen Grad von Zuverlässigkeit der Wirkung, bezw. des Betriebes nicht besitzen, welchen die Erlaubnis der Einleitung solcher Wasser in die Straßenrinnen voraussetzen muß, wird letztere in der Regel auszuschließen sein. Solche Bedenken verschwinden aber dort, wo die Rinnen beständig von einem Strom natürlich fließenden, reinen Wassers durchspült werden — eines Vorzugs, dessen sich manche Gebirgsstädte erfreuen — ferner an Orten, wo ausreichende Wassermengen zur künstlichen Spülung der Rinnsteine regelmäßig zur Verfügung stehen, wie es öfter bei Städten der Fall ist, die an wasserreichen Flüssen oder unmittelbar an der Seeküste liegen.

Aber die offene Ableitung, sei es des Regenwassers allein, sei es von Regenwässern, die mit Brauchwassern gemischt sind, bringt allerlei Mißstände für den Verkehr (bei starken Regenfällen, im Winter bei Frostwetter) mit sich, für die eine gewisse Milderung zunächst in der Zudeckung der Rinnen mit Bohlen u. s. w. angestrebt zu werden pflegt, wodurch im Sommer auch den direkten Sonnenstrahlen der Zutritt zu dem Rinneninhalt verwehrt wird. Die Maßregel hat jedoch insofern ihre Schattenseiten, als sie die ständige, genaue Ueberwachung des Rinneninhaltes unmöglich macht, so daß dabei für Ungehörigkeiten aller Art der Weg geebnet wird. Das Bestehen von Rinnen ist daher immer ein Uebelstand, der in einzelnen Straßen leicht unerträglich groß werden kann; auch sind Kostspieligkeit der Rinnenanlage sowie des Betriebs und der Unterhaltung derselben Gründe, welche schon bald dazu führen können, von der offenen Ableitung selbst nur der Regenwasser zu unterirdischer Leitung überzugehen.

6. Zeitpunkt zur Einrichtung unterirdischer Entwässerung.

Bevor zur Einrichtung einer unterirdischen Entwässerung geschritten wird, kann hier und da noch die Einführung eines Zwischenzustandes, wie z. B. der Bau einzelner unterirdischen Kanäle zu einem nahe befindlichen offenen Gewässer, oder auch sogen. absorbierender Brunnen auf Straßenkreuzungen u. s. w., aus denen die durch offene Rinnen zugeführten Regenwasser ins Grundwasser versickern, in Frage kommen. Beide Maßregeln sind aber von recht zweifelhaftem Wert; letztere wird ihren Dienst auch leicht versagen.

Schwierigkeiten pflegen sich der Anlage einer unterirdischen Entwässerungsleitung für die Gesamtheit der Abwasser (Schwemmkanalisation) zunächst in den hohen Kosten entgegenzustellen; zuweilen begegnet schon die Entscheidung über den Aufbringungsmodus dieser Kosten besonderen Schwierigkeiten. Unter solchen Umständen hat dann der Gedanke etwas Bestechendes, eine Erleichterung der Last dadurch zu erzielen, daß man das Regenwasser von der Ableitung ganz oder doch zu einem wesentlichen Teile ausschließt, ein Gedanke, der auf die Wahl eines sogen. Trenn-

systems hinauskommt. Bei näherer Prüfung erweist derselbe sich jedoch öfter als trügerisch. Ein wichtiger unter den mancherlei Gründen, die gegen die gesonderte Behandlung von Regen- und Brauchwassern sprechen können, ist der, daß man bei Ausschluß des Regenwassers von den Kanälen auch des großen gesundheitlichen und des wirtschaftlichen Nutzens verlustig geht, den die zeitweilige energische Spülung derselben durch das Regenwasser mit sich bringt. Näheres darüber folgt unter XIV und XV.

Allerdings hat die Aufnahme des Regenwassers in die unterirdischen Kanäle eine Voraussetzung, welche fast unumstößlich ist, nämlich die: daß es möglich sei, sich der zeitweilig zufließenden übergroßen Regenwassermengen auf kurzem Wege, d. h. mittels Anlage sogen. Regenüberfälle (auch Notauslässe genannt), oder auch durch vorüberghende Aufnahme in große Bassins, aus denen sie erst nach Beendigung des Regenfalles wieder abfießen, zu entledigen. Wo diese Möglichkeit ausgeschlossen ist, wo also ein offener Recipient zur Aufnahme der überschüssigen Wassermengen fehlt, wo man jene Regenwassermengen vielmehr durch die ganze Länge des Kanalnetzes bis zum unteren Endpunkt desselben zu führen und hier eventuell zu reinigen hat, kann es der unverhältnismäßigen Steigerung der Bau- und Betriebskosten wegen, die alsdann eintritt, notwendig und oft auch aus gesundheitlichen Rücksichten vorzuziehen sein, auf die Anlage einer unterirdischen, zur Aufnahme von Brauch- und Regenwasser ausreichenden Entwässerungsanlage zu verzichten. In solchen Fällen wird aber auch, um argen Mißständen, die schon oben (S. 126) hervorgehoben sind, aus dem Wege zu gehen, die Anlage einer öffentlichen Wasserleitung — in dem umfassenden Sinne, wie sie hier gedacht ist — sorgfältig erwogen werden müssen und vielleicht besser ganz unterlassen werden.

Ein Ausnahmefall liegt vor, wenn der Rang des Ortes oder die Verkehrsverhältnisse es erlauben, das Straßenwasser sich selbst zu überlassen. In einem solchen Fall, wie auch in dem anderen noch, daß infolge hoher Lage des Orts und starker Neigung der Straßen die Regenwasser rasch aus demselben verschwinden, kann die Schaffung einer Entwässerungsanlage, welche sich um die Straßenwasser nicht kümmert, sehr angemessen sein. In solcher Lage werden sich oft Orte, die keine eigentlichen Städte sind, sondern nur einen stadtähnlichen Charakter haben, befinden.

Im Vorstehenden ward davon ausgegangen, daß die Frage der Kanalisation erst in einem mehr oder weniger späten Stadium des Bestehens der Stadt an dieselbe herantritt. Handelt es sich um die Schaffung eines neuen Ortes oder Ortsteiles, z. B. eine Stadterweiterung (siehe hierüber Bd. IV dieses Handbuches), so wird, um die gesundheitlichen Interessen sicherzustellen, eine Kanalisation gleichzeitig, und dann den Besonderheiten des Falles angepaßt, angelegt werden müssen. Fehlt zu ersterem die Möglichkeit, so ist in allen Teilen des Stadtplanes nicht nur, sondern auch in der Bauart der Häuser, endlich in den Baupolizei- und Verwaltungseinrichtungen des Ortes[1 u. 2] alles vorzusehen, um der nur vorläufig aufgeschobenen Kanalisation möglichst vorzuarbeiten. Es giebt mancherlei, was in dieser Richtung von einer umsichtigen Gemeinde geschehen,

aber auch verdorben werden kann; die Begründung dieser Ansicht ergiebt sich aus dem Folgenden von selbst.

1) Baumeister, *Stadterweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirtschaftlicher Beziehung* (1876).

2) v. Gruber, *Anhaltspunkte zur Verfassung neuer Bauordnungen* (1893).

3) Köhn, *Die Kanalisation von Charlottenburg, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege* (1887).

III. Gattungen und Mengen der abzuführenden Wasser.

1. Oberflächen- (Straßen-) Wasser.

a) Beschaffenheit.

Die Beschaffenheit des von den Straßen und Höfen abfließenden Wassers wechselt örtlich und zeitlich in weiten Grenzen. Vielfach sind diesen Wässern auch Auslaugungen von tierischem Dünger, bezw. die unmittelbaren Abflüsse aus Viehställen beigemischt. Die Beschaffenheit der Straßenbefestigung, ob fugenloses, ob fugenreiches Pflaster auf verunreinigtem Grunde, die Dichtigkeit der Bebauung, der Umfang und die Art des Verkehrs, die Sorgfalt, welche auf Reinigung und Unterhaltung verwendet wird, die Straßenbreite und das Straßenprofil, die Lage der Straßen zur Himmelsrichtung, das Gefälle, etwaiger Baumwuchs in den Straßen, die Größe der Niederschläge, die Verkehrsgröße nehmen als Faktoren örtlicher Natur auf die Beschaffenheit der abfließenden Wasser weitreichenden Einfluß, während im zeitlichen Sinne die Verteilung der Jahresregenmenge von großer Bedeutung ist. Häufige aber geringe Regenfälle bringen starke, seltene und heftige Regenfälle mäßige Verunreinigungen des Straßenpflasters. Danach besteht die Möglichkeit, daß von mangelhaft gereinigten, verkehrsreichen Straßen bei geringen Regenfällen Wasser abfließt, welches stärker mit organischen Stoffen beladen ist, als stark verunreinigtes Hauswasser. Es kann aber das Wasser von derselben Straße, nachdem ein starker Regenfall einige Zeit angehalten und die Straße reingewaschen hat, in dem weiter folgendem Stadium so rein sein, daß dasselbe mit Bezug auf seinen Verbleib als bedenklich nicht mehr zu erachten ist.

Diese Wandlungen in der Beschaffenheit des Straßenwassers sind kaum irgendwo näher untersucht, namentlich nicht fortlaufend; daher müssen die darüber vorliegenden dürftigen Angaben mit Vorsicht aufgenommen werden. Unter diesem Vorbehalt werden die Ergebnisse von Versuchen einiges Interesse beanspruchen können, welche Durand-Claye in Paris[1] angestellt hat. Diese sind in folgender Tabelle mitgeteilt, welcher voranzuschicken ist, daß darin bezeichnen:

Gruppe a: Wasser aus Straßenrinnen, welches unmittelbar vor Beginn der Straßenwaschung,

Gruppe b: Wasser, welches unmittelbar nach Abspülung der Straßen aus den Rinnen derselben entnommen ward,

Gruppe c: Wasser aus den Pariser Hauptsammlern der Kanalisation.

Die Zahlen geben mg in 1 l Wasser = g in 1 cbm an.

Zusammensetzung des Wassers aus Rinnsteinen und Hauptsammlern zu Paris.

Wasserproben	Stickstoff: Albuminiode gelöst	Stickstoff: Albuminiode insgesamt	Stickstoff: Ammoniak	Stickstoff: Salpeterverbindungen	insgesamt	Organ. Substanz: gelöst	Organ. Substanz: insgesamt	Mineralische Substanz: Chlor	Mineralische Substanz: Kohlensaurer Kalk	Mineralische Substanz: Schwefelsäure	Mikrobenzahl in 1 ccm
a) aus kanalisierten	2,67	20,0	19.54	2,4	32.5	50,3	827,0	92	764	95	120 111
a) „ nicht kanalisierten Strafsen	4.14	34.65	37.53	3,1	56,8	83,2	801,9	109	796	164	200 000
Mittel	2,99	22,7	23,45	2,6	37,7	37,5	822,9	97	803	107	127 273
b) aus kanalisierten	0,85	6,67	5,99	2,4	11,9	16,3	63,5	29	267	64	31 111
b) „ nicht kanalisierten Strafsen	1,42	17,19	9.35	2,1	18,8	20,0	182,3	42	148	365	38 000
Mittel	0,97	8,58	6,72	2,3	14,4	17,1	85,1	32	254	119	32 363
c) aus dem Hauptsammler v. Clichy	3,0	3,3	22,2	2,05	27,05	33.65	82,6	66	593	344	120 000
c) aus dem Hauptsammler von St. Dénis	1,3	2,4	28,0	2,9	33,3	60,4	145,4	83	483	207	250 000

Wird davon abgesehen, daß es sich hier nicht um eigentliches Regenwasser, sondern um Wasser aus der öffentlichen Leitung handelt. so läßt der Vergleich der Zahlen für Wasser aus kanalisierten und nicht kanalisierten Straßen die schlechtere Beschaffenheit des Wassers aus Straßen letzterer Art stark hervortreten und erweist damit die hohe Bedenklichkeit, welche die Wasser aus derartigen Straßen erreichen *können*.

Ein Vergleich der Zahlen in den Reihen a und c ergiebt, daß die Bedenklichkeit von Kanalwassern geringer sein *kann* als diejenige von Regenwassern, einerlei ob dasselbe von kanalisierten oder nicht kanalisierten Straßen abfließt. Es würde daher für das Straßenwasser meistens die Notwendigkeit der Reinigung in nicht geringerem Maße als für Brauchwasser vorhanden sein. Wird also der Abfluß von stark verunreinigtem Wasser aus nicht kanalisierten Straßen in offene Gewässer für zulässig gehalten, so besteht kein Grund, Straßenwasser von den offenen Gewässer auszuschließen, welches erst in einem späteren Stadium des Regenfalles abgeflossen und viel reiner als das anfängliche ist, selbst wenn solches Wasser durch Zuführung fremder Schmutzstoffe — aus Hauskanälen — eine gewisse geringe Menge von Verunreinigungen aufgenommen haben sollte. Es muß aber vorausgesetzt werden, daß das im späteren Stadium abfließende Regenwasser nicht höher verunreinigt wird als das im *Anfangsstadium* eines Regenfalles abfließende. Ueber Ausnahmen, die diese Schlüsse erleiden können, ist nach dem was früher bereits angeführt worden, nichts hinzuzufügen.

Die hier spezieller erörterten Unterschiede in der Wasserbeschaffenheit sind wichtig in der Beziehung, daß darin die Rechtfertigung für die Ableitung

eines Teils der Regenwasser mittels sogen. Regenüberfälle (oder Notauslässe) enthalten ist. Wird anerkannt, daß die in einem späteren Stadium eines Regenfalles zum Abfluß kommenden Straßenwasser rein genug sind, um ohne vorhergehende besondere Reinigung einem Flußlaufe übergeben werden zu können, so fällt damit ein Hauptgrund, welcher seitens der Vertreter der sogen. Trennsysteme gegen die Schemmkanalisation ins Feld geführt wird, in sich zusammen.

b) Menge des Strafsenwassers.

Die möglichst genaue Kenntnis der Regenwassermengen bildet für die Planung von Stadtentwässerungen den wichtigsten Teil der Grundlagen, insofern von ihr fast allein die Kapazität des Kanalnetzes abhängt. Leider besteht über die Regenwassermengen, bezw. den davon aufzunehmenden Teil bis jetzt nur für wenige Orte ausreichende Gewißheit. Man kennt zwar die jährlichen Niederschlagshöhen größerer Bezirke genau genug; die betr. Zahlen aber entbehren hier der Bedeutung, wo es nur auf die genaue Kenntnis der größeren und größten Regenfälle ankommt.

Eine ganze Anzahl von Regenfällen liefert gar keinen Beitrag zu den Kanalwassern, weil ihre Höhe so gering ist, daß alles durch Verdunstung und Versickern in den Boden verloren geht.

Hellmann hat aus einer 44-jährigen Beobachtungsperiode die Regendichte für Berlin[5], wie folgt, ermittelt: Es fallen im Jahre:

Tage	mit Niederschlagshöhen von mm
13.5	0,0— 0,2
42,5	0.3— 1,0
70.8	1,7— 5,0
25.2	5,1—10.0
7,2	10,1—15,0
2,9	15.1—20,0
1.4	20.1—25,0
0,8	25,1—30,0
0,7	gröfser als 30,0
= 165	

In der betr. 44-jährigen Beobachtungsperiode gab es in Berlin:

120 Tage mit Niederschlägen	> 20 mm	(pro Jahr 2,73)
61 „ „ „	> 25 mm	(„ „ 1,39)
30 „ „ „	> 30 mm	(„ „ 0,70)

In Köln gab es in 33 Beobachtungsjahren 73, also im Jahre 2,2 Tage, an welchen mehr als 20 mm Regen fielen. An 27 Tagen überhaupt, d. h. an 0,8 Tagen in 1 Jahr, hat die stündliche Regenhöhe mehr als 20 mm betragen, während eine stündliche Regenhöhe von mehr als 25 mm nur an 0,42 Tagen, eine stündliche von 30 mm nur an 0,4 Tagen im Jahr und eine stündliche von 40 mm nur an 0,125 Tagen im Jahr erreicht worden ist.

In Stettin wurden in 15 Jahren im ganzen 2543 Regentage (= 169 im Jahresdurchschnitt) und darunter nur 79 = 5,33 Tage im Jahr mit Regenhöhen von mehr als 13 mm beobachtet.

Da Regenfälle unter 1,5 und selbst 2 mm wohl nirgends Beiträge zu den Kanalwassern liefern und auch unter den Niederschlägen von größerer

Höhe sich manche befinden, bei denen dies aus dem Grunde nicht der Fall ist, daß der Regenfall sich lang ausdehnt, so kann vielleicht angenommen werden, daß unter den 165 Regentagen Berlins sich höchstens 60 (wahrscheinlich noch weniger) befinden, an welchen Regenwasser in die Kanäle aufgenommen zu werden braucht.

Dasselbe Verhältnis gilt ähnlich für das gesamte nördliche und auch für die südliche Mittelgebirgsgegend von Deutschland[4], so daß in diesem ganzen großen Bezirk durchschnittlich für höchstens jeden 6. Tag auf einen Regen zu rechnen ist, welcher Beiträge zum Kanalwasser liefert, auf einen Regenfall von 25 mm und darüber alljährlich noch weniger als 1mal. In mehr als $^5/_6$ der ganzen Zeit führen daher Straßenkanäle nur Brauchwasser. Zwischen zwei Niederschlägen, welche Beiträge zum Kanalwasser liefern, können im Sommer 6—8 Wochen Dauer liegen, bei anhaltendem Frost im Winter noch längere Zeiträume.

Von einiger Bedeutung für die Aufgabe der Städteentwässerung ist ferner die Form der Niederschläge, insofern als es sich um Regen oder Schnee handelt, da letzterer erst nach dem Auftauen, d. h. in jedem Falle auf längere Zeiträume verteilt, in die Kanäle aufgenommen wird, während Sommer-Gewitterregen rasch aufzunehmen sind. Andererseits ist zu beachten, daß beim Schmelzwasser des Schnees eine Verminderung durch Einsickern in den Boden entfällt, dagegen der Faktor der Verdunstung, weil während längerer Zeit unwirksam, bedeutend ist; es kann dadurch das Minus an Versickerung leicht kompensiert werden.

Danach können die größten Ansprüche an die Aufnahmefähigkeit von unterirdischen Entwässerungskanälen sowohl bei Gewitterregen als bei rasch, unter Regengüssen und starker Erwärmung verlaufenden Tauwettern nach größeren Schneefällen auftreten.

Eine Schneehöhe x (lose liegend) entspricht einer Regenhöhe $= \frac{x}{15} - \frac{x}{14}$. Für Berlin beträgt (nach Hellmann) der in der Form von Schnee fallende (übrigens sehr stark wechselnde) Anteil an der Jahres-Niederschlagsmenge 13,3 Proz.

Noch mehr Ungewißheit, als über die großen und größten Niederschlagsmengen meist besteht, knüpft an die Beobachtungsweise der Regenfälle an. Es werden im allgemeinen nur Tagessummen, doch auch bei heftigen Regenfällen sich ergebende Einzel-Niederschlagshöhen notiert, sehr selten aber die zeitlichen Schwankungen in der Intensität heftiger Regenfälle. Die Ursache dieser Unvollständigkeit liegt darin, daß zu brauchbaren Resultaten Regenmesser mit Selbstregistrierung, welche sehr kostspielig sind, erfordert werden. Die Unterschiede in den Regenintensitäten nehmen mit der Regendauer ab und umgekehrt; sie zeigen sich aber nicht nur zeitlich, sondern auch örtlich.

Wie groß die Intensitäts-Schwankungen sein können, ergiebt unter vielen das folgende Beispiel: es wurden am 3. Juni 1878 zu Zürich während der 11-stündigen Dauer eines Regenfalles sekundlich im Durchschnitt 0,0026 mm, innerhalb 30 Minuten über 0,0143 mm und innerhalb 10 Minuten 0,0212 mm Regenhöhe beobachtet.

Von den niederfallenden Regenmengen versickert ein Teil in den Erdboden, ein anderer Teil verdunstet; nur der Rest braucht von den Kanälen aufgenommen zu werden. — Für ganze Flußgebiete nimmt man gewöhnlich $^1/_3$ als verdunstend und $^1/_3$ als in den Boden versickernd an. Daß dies nicht allgemein zutreffend sein kann, folgt schon daraus, daß aller Regen durch Verdunstung entsteht, daher (für die gesamte Erdoberfläche) Summe der Verdunstung = Summe des Regenfalls sein müßte. Das, was für ganze Ländergebiete hinsichtlich des Abflusses gilt, kann daher nicht für einzelne Flußgebiete und noch viel weniger für die viel kleineren Gebiete, wie sie bei Städteentwässerungen in Betracht kommen, maßgebend sein.

Versickerung und Verdunstung stehen in einem inneren Zusammenhang. Je langsamer jene stattfindet, um so mehr kann die Verdunstung zur Geltung gelangen und umgekehrt. Indessen kann bei rascher Einsickerung in Boden mit großem Porenvolumen die Verdunstung viel wirksamer sein als bei Abfluß des Wassers in geschlossener Schicht auf der Oberfläche, weil im ersten Falle die Verdunstungsfläche die größere ist.

Auf mit Wald oder Pflanzenwuchs beschattetem Boden gelangt ein großer Teil des fallenden Regens nicht zum Abfluß, weil er an den Blättern bezw. an den Baumstämmen hängen bleibt, um aufgesaugt und verdunstet zu werden. Nach einer Beobachtung Seckendorf's[7] blieben von einem auf Wald heruntergegangenen mäßigen Landregen von 52,6 mm Höhe auf Blättern und am Stamm hängen:

unter Ahornbäumen	30,6	Proz.
„ Eichbäumen	31,1	„
„ Buchen	38,4	„
„ Fichten	68,4	„

Bei Bestand des Terrains mit höherem Pflanzenwuchs wird man auf ähnliche, aber doch im allgemeinen geringere als die vorstehenden Werte rechnen können.

Dem durch Hängenbleiben an belaubten Bäumen und Pflanzen entstehenden Abgang an der Regenmenge gesellt sich ein zweiter dann hinzu, wenn die Erde mit einer Moos-, Laub- oder Rasendecke belegt ist, sodaß z. B. für Wald nur sehr kleine Mengenanteile zum unterirdischen und auch nicht viel größere zum oberirdischen Abfluß kommen. Ebermayer[9, 10] ermittelte, daß in einem bestimmten Gebiete in den Jahren 1886 und 1887 von den gesamten Niederschlägen (958 bezw. 634 mm betragend) nur folgende Mengen in den Boden einsickerten:

	1886	1887
in den mit Moos bedeckten Boden	7,0 Proz.	6,2 Proz.
„ „ „ Buchenwald „ „	4,1 „	2,9 „
„ „ „ Fichtenwald „ „	3,0 „	1,5 „

Derselbe Autor gab den Verbleib der auf Wald fallenden Regenmengen angenähert, wie folgt, an: die Baumkronen halten 26 Proz. zurück; im Sommer gelangen 54—70 Proz. in die Streudecke des Bodens und die darunter liegende Erdschicht; die Verdunstungsmenge beträgt (pro Zeiteinheit) nur etwa $^1/_3$ derjenigen im freien Felde.

Anderweit sind durch Messung[8] der in Drainagen gesammelten Sickerwassermengen folgende Zahlen über die Menge der anteiligen Werte des Einsickerns und der teilweisen Verdunstung ermittelt worden, die sowohl den Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit als den der Bodenstruktur, als den der Jahreszeit erkennen lassen. Die Zahlen sind aus Mittelung von (teilweise weit auseinanderfallenden) Grenzzahlen entstanden.

Sickerwassermengen für:	Frühling Proz.	Sommer Proz.	Herbst Proz.	Winter Proz.	Jahre Proz.
1) Sand ohne Vegetationsdecke	—	—	—	—	62,6
2) sandig. Lehm ohne „	49,7	42,4	27,9	37,7	52,4
3) „ „ mit „	30.3	1,7	54.1	83.9	34.5
4) Lehm und Thon ohne „	39.6	35.1	25,4	25,5	36.7
5) „ „ „ mit „	74,3	28,6	26,9	88,2	38.7

Danach können auch für kleine Flächen summarische Angaben über die Einsickerung keinen Wert beanspruchen. Nach den zu 1. und 2. angegebenen Zahlen braucht bei nacktem Boden, aus *Sand* und *sandigem Lehm* bestehend, auf einen Oberflächenabfluß kaum gerechnet zu werden, da der nicht eingesickerte Rest durch Verdunsten verschwinden kann; *nur bei starken Gefällen* würde ein gewisser Abfluß auch von derartigen Flächen in Rechnung zu ziehen sein. Bei den mehr *lehmhaltigen Bodenarten* tritt ein großer Einfluß der Jahreszeit hervor; in der wärmeren Jahreszeit ist die Durchlässigkeit hier stark eingeschränkt, in der kalten kann sie sehr bedeutend sein. Um daher den Kanälen die nötige Aufnahmefähigkeit zu sichern, wird man für den Abfluß von lehmartigem (gedecktem oder ungedecktem) Boden einen nicht zu eng bemessenen Prozentsatz in Rechnung stellen müssen, der (nach Maßgabe des Oberflächengefälles) zu 20—30 Proz. anzunehmen ist, indem man 33—45 Proz. Verlust auf Verdunstung rechnen darf. Hat aber solcher Boden Wald oder einen einigermaßen dichten Pflanzenbestand anderer Art, so braucht die Abflußmenge nur zu 10—15 Proz. angenommen zu werden.

Beim Abfluß von Straßen sollte anf mehr als 10 Proz. Verlust durch Verdunstung nicht gerechnet werden. —

Im Vorstehenden ist noch der Einfluß außer acht gelassen, den auf den Abfluß die *Ausdehnung* (die Größe) des *Abflußgebietes* ausübt.

Versickerung und Verdunstung gehen zwar so lange fort, als das Wasser auf und in der obersten Schicht durchlässigen Bodens sich bewegt. Beide Faktoren erschlaffen aber mit der Dauer des Regenfalls, weil das Poren-Volumen der oberen Bodenschicht nach und nach mit Wasser erfüllt wird, bezw. die Feuchtigkeit der freien Atmosphäre sich dem Sättigungszustande nähert.

Man denke sich einen bestimmten Punkt, welchen alles von einer gewissen Fläche (der Größe F) abfließende Wasser erreichen muß (den Sammelpunkt, der in dem oberen Ende oder sonstwo in einem Entwässerungskanal liegt), so haben die verschiedenen Teilchen des auf diese Fläche gefallenen Niederschlags *verschieden lange Wege* zu machen, bis sie jenen Punkt erreichen; an Stelle dieser ungleichen Wege kann man für alle Teilchen einen gleichlangen Weg d. h. den Abstand des Schwerpunktes der Fläche F vom Sammelpunkt einführen. *Dieser*

Abstand ist für die Zeit, welche erfordert wird, damit der überhaupt zum Abfluß kommende Teil der Niederschlagsmenge den Sammelpunkt erreicht, bestimmend. Je größer daher die Fläche F, speziell je **länger** dieselbe, um so länger werden die Wege d. h. um so ausgedehnter wird die **Zeit** sein, die ein Niederschlag zum vollständigen Abfluß erfordert, oder umgekehrt: um so geringer ist die in der **Zeiteinheit** am Sammelpunkt eintreffende Wassermenge. Dem vermindernden Einfluß der Wegeslänge laufen die Abnahme der Einsickerung und Verdunstung entgegengesetzt, wenn auch nicht in konstantem Verhältnis.

Beobachtungen, die bei einzelnen heftigen Regenfällen über die wirklichen Abflußmengen — namentlich in England — angestellt worden sind, haben ergeben, daß von sogen. wasserdichtem Pflaster 53—94 Proz. der niedergegangenen Regenmenge in die Kanäle gelangen, und ferner, daß die Zeitdauer, in welcher der auf der Oberfläche abfließende Anteil den Sammelpunkt passiert, der Abfluß also beendet ist, das 3—4fache, im Mittel also das 3,5fache der Regendauer beträgt.

Entsprechend könnte die Weite der Kanäle nach einer sekundlichen Abflußmenge:

$$A = \frac{(0{,}53 - 0{,}94)\ \text{Regenhöhe,}}{3{,}5}\ \text{im Mittel} = \frac{0{,}70\ R}{3{,}5} = 0{,}2\ R$$

in Fällen bestimmt werden, wo man es mit einer ähnlichen als der den Beobachtungen zu Grunde liegenden Oberflächenbeschaffenheit zu thun hat.

Die Regenhöhe R in der Formel ist die durchschnittliche pro Sekunde. Bei der Berechnung wie oben ist daher der Einfluß nicht berücksichtigt, den der während der Dauer des Regenfalls stattfindende Wechsel in der Regenintensität mit sich bringt. Man hat vielfach konstatieren können, daß das Maximum der Regenintensität zur durchschnittlichen Intensität in dem Verhältnis von etwa $\frac{2{,}4}{1}$ steht. Unter Annahme dieser Zahl würde der den Kanälen zu gebende Querschnitt, welcher genügt, um die bei größter Intensität kleinerer Regenfälle zufließenden Wassermengen in demselben Maße, als sie zufließen, auch abzuführen, aus der Formel:

$$A = \frac{2{,}4 \,.\, 0{,}53\ R}{3{,}5} = 0{,}37\ R$$

zu bestimmen sein, und wenn es sich um stärkste Regenfälle handelt, zu:

$$A = \frac{2{,}4 \,.\, 0{,}94\ R}{3{,}5} = 0{,}65\ R.$$

Nach Maßgabe von Wechseln der örtlichen Verhältnisse, insbesondere in dem Gefälle der Straßen werden die obigen Werte variiert und als abzuführende Wassermengen Werte, die zwischen $A = 0{,}37\ R$ und $A = 0{,}75\ R$ liegen, angesetzt*).

Dies der bloßen Schätzung einen weiten Spielraum lassende Verfahren ist insbesondere dadurch mangelhaft, daß der verzögernde Einfluß, den die wechselnde Größe des Abflußgebietes ausübt, immer in der gleichen Zahl 3,5 seinen Ausdruck findet, auch der Einfluß des Gefälles nur summarisch berücksichtigt wird. Es ist freilich nachweisbar,

*) 1 mm Regenhöhe ergiebt pro qm 1 l. pro ha 10 cbm Wasser.

daß dasselbe trotzdem für gewisse nicht große Ausdehnungen des Entwässerungsgebietes seine Berechtigung hat. Denn man kann aus rein praktischen Gründen nicht unter eine gewisse Weite der Kanäle hinabgehen, und aus Rücksichten auf Erreichung vermehrter Sicherheit für ausreichende Leistung von Kanälen größerer Weite wird auch bei diesen gewöhnlich ein gewisses Plus an Querschnittsgröße gegeben, welches die Ungewißheit der Rechnungsannahmen deckt.

Bürkli-Ziegler hat, aus Ausführungen in England rückschließend, für die Abflußmenge städtischer Kanäle die Formel aufgestellt:

$$\frac{A}{R} = 0{,}5 \sqrt[4]{\frac{G}{F}}$$

in welcher G das Kanalgefälle pro Tausend, F das Entwässerungsgebiet in ha, A und R Abfluß- und Regenmengen in l pro Sek. bezeichnen. Die Formel trifft der Vorwurf, daß sie die Abflußmenge aus dem Kanalgefälle bestimmt, was doch nur in den Fällen begründet sein kann, wenn entweder die Abflußmenge für eine bestimmte Stelle im Kanalnetze selbst ermittelt werden soll, oder wenn das Kanalgefälle mit dem Oberflächengefälle des Abflußgebietes übereinstimmt.

Durch Heranziehung eines physikalischen Bewegungsgesetzes und unter Berücksichtigung von Beobachtungsergebnissen ist Baumeister zu einem Ausdruck: $\frac{A}{R} = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$ gelangt, der mit wirklichen Ausführungen befriedigende Uebereinstimmung zeigt. Während man für flache und wenig geneigte Gelände $\frac{A}{R} = \frac{1}{\sqrt[4]{F}}$ setzt, ist bei stärkerer und stärkster Neigung:

$$\frac{A}{R} = \frac{1}{\sqrt[5]{F}} \text{ bezw. } \frac{A}{R} = \frac{1}{\sqrt[6]{F}}$$

mehr zutreffend. Die beiden letzten Ausdrücke sind beispielsweise bei Projektierung der Entwässerungsanlagen von Königsberg $\left(\frac{1}{\sqrt[5]{F}}\right)$ und von Wiesbaden $\left(\frac{1}{\sqrt[6]{F}}\right)$ zu Grunde gelegt worden.

Eine für eine Reihe bestimmter Flächengrößen und unter — beispielsweiser — Annahme einer stündlichen Regenhöhe von 36 mm durchgeführte Berechnung der Abflußmengen liefert folgende Tabelle:

(Siehe die Tabelle S. 140 oben).

Aus der Tabelle ergiebt sich, daß für Entwässerungsflächen F, die über eine gewisse Größe (etwa 50—60 ha) hinausgehen, der Abflußkoëffizient der Formeln $\left(\frac{1}{\sqrt[n]{F}}\right)$ nur noch wenig wechselt und merkliche Wechsel desselben erst für sehr große Wechsel der Flächengröße F sich ergeben. Es ersieht sich ferner, daß für kleine Flächen F (bis etwa 2 ha) die Abflußmenge nahezu übereinstimmend mit der Regenmenge sein wird und nur für die Flächen zwischen 2 ha und 50—60 ha

sie nur in sehr seltenen Fällen ausgenutzt werden, daher unökonomisch sein. Für solche abnormen Fälle kann in wirtschaftlich zulässiger Weise nur durch sogen. Noteinrichtungen gesorgt werden.

Wirtschaftlich richtig verfährt man, indem man der Berechnung des Kanalnetzes in seinen für normale Funktionierung bestimmten Teilen diejenigen größeren Regenfälle zu Grunde legt, auf deren Wiederkehr in nicht zu langen Zeiträumen mit Wahrscheinlichkeit gerechnet werden muß.

Ueber große und größte Regenfälle hat Hellmann eine Zusammenstellung veröffentlicht, in der besonders auf die Dauer größerer Regenfälle eingegangen wird. Hellmann weist nach, daß unter 56 verzeichneten großen Regenfällen 34 nicht die Höhe von 35 mm in der Stunde erreichen, und daß Regenfälle von mehr als 24 mm stündlicher Höhe höchstens die Dauer von 3 Stunden haben. Jene besonders hohen und diese — bei ihrer geringen Höhe — besonders lang dauernden Regenfälle bilden also Ausnahmen.

Aus dem Hellmann'schen Nachweise kann folgende Tabelle berechnet werden, in welcher die Zahlen Durchschnittswerte aus je fünf Beobachtungen sind:

Regenhöhe und Regendauer, nach Hellmann:

Beobachtungs-gruppe	Wirklich gefallene Regenhöhe mm	Auf 1 Stunde berechnete Regenhöhe mm	Regendauer, Stunden
1	43,0	4,6	9,3
2	80,2	6,3	12,8
3	83,2	7,5	11,1
4	44,4	12,0	3,7
5	65,2	15,5	4,2
6	60,4	24,7	2,45
7	58,8	30,9	1,9
8	86,4	43,2	2,0
9	52,6	60,7	0,86
10	50,1	73,3	0,68
11	37,0	86,9	0,36

Diese Zahlen lassen die Abhängigkeit der Regen-Dauer von der Regen-Intensität deutlich hervortreten: je geringer die Regendichte, je länger die Dauer, und umgekehrt; außergewöhnlich starke Regen erreichen fast immer nur die Dauer von Bruchteilen einer Stunde.

Beispielsweise hatten nach der Zusammenstellung von Hellmann:

1	Regen	von	72	mm	stündlicher	Höhe	20	Minuten	Dauer
1	"	"	96	"	"	"	15	"	"
1	"	"	123	"	"	"	7	"	"
1	"	"	125	"	"	"	15	"	"

Hellmann hält es statistisch für erwiesen, daß in der norddeutschen Tiefebene (welcher noch das Königreich Sachsen und die Rheinlande zugerechnet werden) auf Stundenmaxima der Regenhöhe von 60—75 mm gerechnet werden muß. Solch große Regen-

höhen, welche 165—205 l pro Sekunde und ha oder, mit Berücksichtigung der verlängerten Abflußdauer, etwa 60—70 sogen. Sekundenliter ergeben, der Berechnung der Kanalquerschnitte in dem Falle zu Grunde zu legen, wenn es sich um eine einigermaßen ausgedehnte Entwässerungsanlage handelt, würde aber die Kosten in der Regel so sehr verteuern, daß sie unterbleiben müßte. Nur die der Entwässerung kleiner Flächen dienenden Einrichtungen lassen sich in der hiernach erforderten Größe noch zu rechtfertigungsfähigen Kosten schaffen, während, wenn es sich um große Anlagen mit sogen. Hauptteilen der Anlagen (Hauptsammlern) handelt, die Ansprüche notwendig beschränkt werden müssen und für Regenfälle besonderer Größe durch Notanlagen (Regenüberfälle) vorzusorgen ist.

Dabei wird man keine vollkommenen Anlagen erhalten, indem bei besonders großen Regenfällen das Wasser in den Einlässen und Einsteigebrunnen sich aufstauen, auch wohl niedrig gelegene Straßenstrecken und einzelne Keller überschwemmen wird, wenn es nicht möglich ist, gegen letztere, sehr mißliche Eventualität zuverlässig wirkende Sicherungsvorkehrungen zu treffen. Hierüber folgt Näheres unter XVII. —

Wie weit man in einer Reihe von Städten hinsichtlich der Aufnahmefähigkeit der Kanäle thatsächlich gegangen ist, ergiebt folgende Zusammenstellung:

Tabelle über abzuführende Regenwassermengen.

Namen der Städte	Sekundenliter pro ha.
1) Breslau, Nebenkanäle	6
„ Hauptkanäle	3
„ Auslafskanäle	1,5
2) Stuttgart, wechselnd	12—17
3) Nürnberg, Danzig, wechselnd	12—18
aufserhalb Regenüberfall	0,5—0,75
4) Dortmund	8,3—16,7
5) München	35—76
6) Buda-Pest	11—21
7) Witten a. d. Ruhr, Stettin, Karlsruhe	18
8) Lüttich	20
9) Frankfurt a. M.	12—30
10) Berlin	10,6—21,2
unterhalb Regenüberfall	1,35
11) Chemnitz	17—50
12) Freiburg i. Br.	20—50
13) Hamburg	39
14) Köln, unterhalb Regenüberfall	2,8
15) Mülhausen in E. (Proj.)	20—30
16) Mannheim	42—84
17) Mainz	28—55
18) Wien	9,2—27
19) Königsberg	40—60
20) Kaiserslautern	56—110
21) Wiesbaden	5,5—73

Die großen Verschiedenheiten in diesen Zahlen würden sich zwar schon aus dem, was vorausgeschickt worden, erklären; doch mag ein weiterer Umstand, welcher dabei wirksam gewesen ist, hier noch kurz

berührt werden. Es sind in einzelnen Orten vergleichsweise große Regenhöhen angenommen worden, aus dem Grunde, daß die örtlichen Verhältnisse die Möglichkeit boten, beträchtliche Mengen von Regenwassern auf kurzem Wege durch Regenüberfälle offenen Recipienten zuzuleiten. In anderen Fällen sind aber die aufzunehmenden Regenmengen wohl aus weitgetriebenen Sparsamkeitsrücksichten sehr gering, hier und da auch zu gering angenommen worden, wie z. B. in Breslau bei den ersten Anlagen. Solche Sparsamkeit macht sich bei größeren Regenfällen in den Straßen und Kellern der anliegenden Häuser unangenehm fühlbar.

1) **Durand-Claye**, *Berichte über den internationalen Kongrefs für Hygiene und Deomographie zu Wien* 1887 *H. IV.*
2) **Köhn**, *Die Entwässerung von Charlottenburg*, *Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege* (1887).
3) **van Bebber**, *Die Regenverhältnisse Deutschlands* 1877.
4) **Hellmann**, *Ueber Niederschlagsmengen*, *Zeitschr. des Königl. Preufs. statistischen Bureaus* (1884) 251 *ff.* (*auch als Sonderabdruck erschienen*).
5) **Hellmann**, *Das Klima von Berlin*, *Abhandlungen des Königl. Preufs. meteorologischen Instituts* 1. *Bd. No.* 4.
6) **Hellmann**, *Ueber Einrichtung eines Regenfeldes in der Umgebung von Berlin und die Ergebnisse der Beobachtungen. Jahresberichte des Berliner Zweigvereins der Deutschen meteorologischen Gesellschaft von* 1884 *an.*
7) **Seckendorf**, *Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs* 2. *Bd.* (1879).
8) **Lueger**, *Die Wasserversorgung der Städte* (1892).
9) **Ebermayer**, *Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden* (1873).
10) **Ebermayer**, *Der Einflufs des Waldes und der Bestanddichte auf die Bodenfeuchtigkeit und die Sickerwassermengen, in den „Forschungen aus dem Gebiete der Agrikultur-Physik“* (1889).
11) **Bürkli-Ziegler**, *Gröfste Abflufsmengen bei städtischen Abzugskanälen. Zusammenstellung derselben im Gesundheits-Ingenieur* (1882).
12) **Brix**, *Die Kanalisation von Wiesbaden* (1887).
13) **Baumeister**, *Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung* (1890).
14) **Franzius** *und* **Sonne**, *Handbuch der Ingenieurwissenschaft* 3. *Bd.*
15) **Gordon**, *The drainage of continental towns, Leicester* 1885.
16) **Lent**, *Köln*, *Festschrift zur* 61. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte* 1888.

2. Häusliche Brauchwasser.

a) Beschaffenheit.

Aehnlich wechselnd und unbestimmt wie die Beschaffenheit des Straßenwassers ist auch diejenige des Brauchwassers, da dieselbe nicht allein von dem Wasserverbrauch pro Kopf, sondern auch von der Art der Nahrungsmittel und von Einrichtungen der Abfuhr und der Entwässerung des Hauses abhängt. Wie in manchen Fällen mehr oder weniger große Mengen von Exkrementen in die Ausgußbecken gelangen, werden umgekehrt, an anderen Stellen offene Gräben, Gärten- und Hofflächen, Düngerhaufen, Gruben, Tonnen u. s. w. als leicht erreichbare Ablagerungsstätten für faulende Stoffe benutzt.

Die Beseitigungen auf Unrechtwegen können einen ganz bedeutenden Umfang erreichen, der aber nur durch Verfolgung des einzelnen Falles näher bestimmbar ist; allgemeinen Zahlen, welchen man hier und da über die Menge der auf „Unrechtwegen“ beseitigten Abfallstoffe begegnet, kann keine Bedeutung beigelegt werden. Bei bequemen Badeeinrichtungen, guten Wasserklosetts und Pissoirs, überhaupt einem etwas höher liegenden Reinlichkeitszustande in den Häusern werden die

Brauchwasser stark verdünnt; wo der Reinlichkeitszustand niedrig, können die Brauchwasser sowohl stark als mäßig verunreinigt sein.

Immer, also auch da, wo Klosettstoffe von dem Brauchwasser ausgeschlossen sind, werden durch letztere Fleisch- und Gemüse-Abfälle, Speisreste, Kehricht, gewisse Mengen tierischen Düngers u. s. w. mit Fäulnisstoffen stark beladen, unter denen bald diejenigen tierischer, bald die anderen, pflanzlicher Herkunft vorwiegen. Daher ist auch die Frage, ob durch die Fernhaltung der menschlichen Auswurfsstoffe von den häuslichen Abwässern diese wesentlich reiner erhalten werden können als durch die Hinzufügung derselben — selbstverständlich in entsprechender Wasserverdünnung — mindestens offen; sie wird aber gewöhnlich zu verneinen sein, schon weil es wohl niemals gelingt, den Ausschluß von Exkrementen von den Kanalwassern streng durchzuführen.

Was die Menge der menschlichen Exkremente betrifft, so sind darüber die speziellen Angaben unter „Einleitung zur Städtereinigung" S. 15 zu vergleichen; hier mögen nur einige summarische Angaben über dieselben herangezogen werden.

Mit der Pettenkofer'schen Durchschnittszahl: 34 kg Faeces und 438 kg Urin, zusammen 462 kg pro Kopf und Jahr, stimmen die spezialisierten Angaben von Wolff und Lehmann gut überein, welche das Jahreserzeugnis von 1000 Personen zu 33 170 kg Faeces und 428 100 kg Urin angeben, unter der Annahme, daß jene Personenzahl sich aus 376 Männern, 346 Frauen, 141 Knaben und 137 Mädchen zusammensetzt. Näheres enthält folgende Tabelle:

Mengen und Zusammensetzung menschlicher Auswurfsstoffe nach Alter und Geschlecht.

(Von Wolff und Lehmann.)

	Faeces			Urin			Pro Kopf und Jahr	
	überhaupt	darin		überhaupt	darin			
		Stickstoff	Phosphate		Stickstoff	Phosphate	Faeces	Urin
	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
Männer (376)	20 585	238,8	449,3	205 850	2058,5	834,7	54,75	547,50
Frauen (346)	5 675	128,0	136,7	170 410	1371,9	690,3	16,40	492,50
Knaben (141)	5 660	93,8	83,2	29 340	243,2	111,4	40,15	208,05
Mädchen (137)	1 250	28,8	18,5	22 500	184,3	87,7	9,125	104,25
1000 =	33 170	489,4	687,7	428 100	3857,9	1724,1	—	—

Aus diesen Zahlen berechnen sich folgende Durchschnittswerte:
Das Uringewicht ist das 12,9-fache vom Faecesgewicht.

Stickstoffgehalt der Faeces 1,475 %
" Urin 0,901 %

Stickstofferzeugung pro Kopf und Jahr 4,347 kg
" " " Tag 11,9 g

Stickstoffmenge im Harn: das 7,9-fache der Stickstoffmenge in den Faeces.
Phosphate im Harn: das 2,5-fache der Phosphatmenge in den Faeces.

Die Stickstoffmenge wird als das zutreffendste Maß für die in den Exkrementen enthaltenen Mengen an fäulnisfähigen Stoffen angesehen, gleichzeitig auch als ungefährer Maßstab für den Düngerwert derselben. Aehnliche, aber wohl geringere Bedeutung legt man der

Phosphatmenge bei. Da der Harn fast 3mal mehr Stickstoff und $2^1/_2$mal mehr Phosphate als die Faeces liefert, ist ersterer ungleich wichtiger für die öffentliche Gesundheitspflege als letztere; seine Bedeutung wird durch die flüssige Form noch wesentlich gehoben. Während die Faeces wegen ihres geringen Wassergehalts an der Oberfläche rasch trocknen, auch nicht leicht in den Boden hineingewaschen werden, wird vom Harn nur relativ wenig durch Verdunstung verloren gehen, der größere Teil vielmehr in den Boden versickern.

Der Wassergehalt der Exkremente beträgt in den Faeces i. M. 75 Proz., im Urin i. M. 94,5 Proz. Da das spezifische Gewicht der Faeces = 1,067 ist, dasjenige des Urins 1,027, würde bei der Mischung in dem Verhältnis von $\frac{1}{12{,}9}$ das spezifische Gewicht von Grubeninhalt

1) $\frac{1{,}067 + 12{,}9 \,.\, 1{,}027}{13{,}9} = 1{,}03$ sein, jedoch bei der stattfindenden Verdunstung sich gewöhnlich dem spezifischen Gewicht der Faeces nähern, daher i. M. vielleicht zu 1,05 anzunehmen sein. Im ruhenden Wasser würden also die menschlichen Auswurfsstoffe die tiefste Stelle einzunehmen streben.

Alle obigen Angaben gelten für frische Exkremente, ein Zustand, der sich infolge der Bildung großer Mengen von Gasen rasch ändert (vergl. S. 33). Da sich dieser Prozeß über einen längeren Zeitraum ausdehnt, können Angaben über die Zusammensetzung von nicht frischen Abtrittsstoffen keine allgemeine Bedeutung besitzen und müssen bedeutende Unterschiede aufweisen. Auch wird der ursprüngliche Stickstoffgehalt von mannigfachen Aenderungen betroffen, indem er sich z. B. teilweise zu Salpetersäure oxydiert, daher in nicht frischen Exkrementen geringer sein kann als in frischen. Mit dieser Bevorwortung sind daher auch alle Angaben, über Stickstoffgehalt von häuslichen Brauchwassern bezw. Abwassern welche Exkremente enthalten, aufzunehmen.

Aehnlichen Wechseln, wie die Exkremente, sind die sonstigen Verunreinigungen des Brauchwassers unterworfen, daher auch die über die Zusammensetzung solcher Wasser gegebenen Zahlen in der Regel mit einem Vorbehalt zeitlicher Natur aufgenommen werden müssen. Es stellen sich bei ihnen Schwankungen von einiger Regelmäßigkeit, nach der Jahreszeit, nach den Wochentagen und der Tageszeit, mit Bezug auf den wechselnden Wasserverbrauch, die Lebensweise u. s. w. heraus. Der Aenderung des Wasserverbrauchs entsprechend wird die Verunreinigung der häuslichen Brauchwasser etwa den umgekehrten Gang wie die Brauchwassermenge nehmen, daher der wahrscheinlich höchste Verunreinigungszustand während Stunden stattfinden, in denen der Wasserverbrauch am kleinsten, die Menge der zugeführten Fäulnisstoffe dagegen am größten ist. In der Regel werden dies die mittleren Vormittagsstunden sein. Ein mittlerer Verunreinigungszustand wird im allgemeinen mit den Stunden des mittleren Wasserverbrauchs — den späteren Vormittagsstunden und frühen Abendstunden — zusammenfallen. Siehe die Analysen von Th. Weyl auf S. 150.

b) Menge der Brauchwasser.

Wechsel in der Menge des Brauchwassers resultieren aus den verschiedensten Umständen, insbesondere aber aus sozialen Verschiedenheiten der Stadtbewohner. Mit der Größe der Stadt,

insbesondere der Bevölkerungsdichte, wächst der auf den Kopf der Bewohnerschaft treffende Wasserverbrauch. Er kann auch in Stadtteilen mit wohlhabender Bevölkerung das 10- bis 20-fache desjenigen eines Stadtteils mit ärmlicher Bevölkerung erreichen. Während hier der Bedarf mit 10 l Wasser pro Tag vollauf befriedigt, mag dem Wohlhabenden selbst bei 150 l noch ein gewisser Mangel fühlbar sein. (Näheres hierrüber unter „Wasserversorgung“ in Bd. I Abtlg. 2 dieses Handbuchs.)

Der Wasserverbrauch wechselt auch stark mit der Jahres- und Tageszeit. Dies gilt insbesondere von kleineren Städten mit offener Bauweise, wo im Sommer die Besprengung der Hausgärten, Hofflächen u. s. w. einen Umfang erreichen kann, daß der Konsum das 3- bis 5-fache desjenigen in der Winterszeit beträgt, ohne daß auf die Menge der Brauchwasser dadurch ein merkbarer Einfluß geübt wird.

Setzt man den Durchschnittsverbrauch des einzelnen Tages vom ganzen Jahre = 1, so findet am Tage des stärksten Verbrauchs — der in den August oder September zu fallen pflegt — erfahrungsmäßig ein Verbrauch = 1,2—1,6 statt. Nach obiger Bezeichnungsweise ist der durchschnittliche Stundenverbrauch rund $\frac{1}{24}$; im Vergleich zu welchem der, gewöhnlich in die Nachmittagsstunden fallende, größte Stundenverbrauch wieder $= \frac{1,2}{24}$ bis $\frac{1,6}{24}$ beträgt. Danach ist das Stundenmaximum des Wasserverbrauchs, bezogen auf den durchschnittlichen Tagesverbrauch im Jahre:

$$\frac{(1,2 \text{ bis } 1,6)\ (1,2 \text{ bis } 1,6)}{24} = \frac{1}{16} \text{ bis } \frac{1}{9}.$$

Dasselbe beträgt beispielsweise bei 100 l durchschnittlichem Tagesverbrauch 6—11 l.

In den Nacht- (frühen Morgen-) Stunden findet ein Minimum des Wasserverbrauchs statt, welches bis auf $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$ des durchschnittlichen Tagesverbrauchs und selbst noch weniger herabgehen kann, also bei 100 l durchschnittlichem Tagesverbrauch auf etwa 1,5—3 l und weniger; der durchschnittliche Stundenverbrauch würde bei 100 l etwa 4 l sein.

Bei der Berechnung der Gesamt-Abflußmengen pflegt das Stundenmaximum des Brauchwassers voll in Ansatz gebracht zu werden, ungeachtet ein gewisser Verlust durch Verschütten, Verdunsten oder besondere Nutzungsweisen, der bis zu 50 Proz. gehen kann, dabei stattfindet. Der Grund für jenes Verfahren ist darin gegeben, daß mit dem Abfluß des Stundenmaximums zufällig eine vermehrte Zuführung von Wasser beim Spülen der Kanäle, ferner auch ein großer Regenfall zusammentreffen kann. Man wird ferner zu berücksichtigen haben, daß in der Zukunft, bei zunehmender Bevölkerungsdichte sich der Wasserverbrauch pro Kopf erhöhen kann (vergl. unter Cap. II).

Wie das Regenwasser, muß auch die Brauchwassermenge auf die Flächeneinheit des Niederschlagsgebietes zurückgeführt werden. Dazu ist die Kenntnis der Bevölkerungsdichte, und zwar der nach Lage der besonderen Verhältnisse mit Wahrscheinlichkeit für einen vorausliegenden Zeitpunkt zu erwartenden größten, not-

Phosphatmenge bei. Da der Harn fast 3mal mehr Stickstoff und $2^1/_2$mal mehr Phosphate als die Faeces liefert, ist ersterer ungleich wichtiger für die öffentliche Gesundheitspflege als letztere; seine Bedeutung wird durch die flüssige Form noch wesentlich gehoben. Während die Faeces wegen ihres geringen Wassergehalts an der Oberfläche rasch trocknen, auch nicht leicht in den Boden hineingewaschen werden, wird vom Harn nur relativ wenig durch Verdunstung verloren gehen, der größere Teil vielmehr in den Boden versickern.

Der Wassergehalt der Exkremente beträgt in den Faeces i. M. 75 Proz., im Urin i. M. 94,5 Proz. Da das spezifische Gewicht der Faeces = 1,067 ist, dasjenige des Urins 1,027, würde bei der Mischung in dem Verhältnis von $\frac{1}{12,9}$ das spezifische Gewicht von Grubeninhalt

1) $\frac{1,067 + 12,9 \,.\, 1,027}{13,9} = 1,03$ sein, jedoch bei der stattfindenden Verdunstung sich gewöhnlich dem spezifischen Gewicht der Faeces nähern, daher i. M. vielleicht zu 1,05 anzunehmen sein. Im ruhenden Wasser würden also die menschlichen Auswurfsstoffe die tiefste Stelle einzunehmen streben.

Alle obigen Angaben gelten für frische Exkremente, ein Zustand, der sich infolge der Bildung großer Mengen von Gasen rasch ändert (vergl. S. 33). Da sich dieser Prozeß über einen längeren Zeitraum ausdehnt, können Angaben über die Zusammensetzung von nicht frischen Abtrittsstoffen keine allgemeine Bedeutung besitzen und müssen bedeutende Unterschiede aufweisen. Auch wird der ursprüngliche Stickstoffgehalt von mannigfachen Aenderungen betroffen, indem er sich z. B. teilweise zu Salpetersäure oxydiert, daher in nicht frischen Exkrementen geringer sein kann als in frischen. Mit dieser Bevorwortung sind daher auch alle Angaben, über Stickstoffgehalt von häuslichen Brauchwassern bezw. Abwassern welche Exkremente enthalten, aufzunehmen.

Aehnlichen Wechseln, wie die Exkremente, sind die sonstigen Verunreinigungen des Brauchwassers unterworfen, daher auch die über die Zusammensetzung solcher Wasser gegebenen Zahlen in der Regel mit einem Vorbehalt zeitlicher Natur aufgenommen werden müssen. Es stellen sich bei ihnen Schwankungen von einiger Regelmäßigkeit, nach der Jahreszeit, nach den Wochentagen und der Tageszeit, mit Bezug auf den wechselnden Wasserverbrauch, die Lebensweise u. s. w. heraus. Der Aenderung des Wasserverbrauchs entsprechend wird die Verunreinigung der häuslichen Brauchwasser etwa den umgekehrten Gang wie die Brauchwassermenge nehmen, daher der wahrscheinlich höchste Verunreinigungszustand während Stunden stattfinden, in denen der Wasserverbrauch am kleinsten, die Menge der zugeführten Fäulnisstoffe dagegen am größten ist. In der Regel werden dies die mittleren Vormittagsstunden sein. Ein mittlerer Verunreinigungszustand wird im allgemeinen mit den Stunden des mittleren Wasserverbrauchs — den späteren Vormittagsstunden und frühen Abendstunden — zusammenfallen. Siehe die Analysen von Th. Weyl auf S. 150.

b) Menge der Brauchwasser.

Wechsel in der Menge des Brauchwassers resultieren aus den verschiedensten Umständen, insbesondere aber aus sozialen Verschiedenheiten der Stadtbewohner. Mit der Größe der Stadt,

insbesondere der Bevölkerungsdichte, wächst der auf den Kopf der Bewohnerschaft treffende Wasserverbrauch. Er kann auch in Stadtteilen mit wohlhabender Bevölkerung das 10- bis 20-fache desjenigen eines Stadtteils mit ärmlicher Bevölkerung erreichen. Während hier der Bedarf mit 10 l Wasser pro Tag vollauf befriedigt, mag dem Wohlhabenden selbst bei 150 l noch ein gewisser Mangel fühlbar sein. (Näheres hierrüber unter „Wasserversorgung“ in Bd. I Abtlg. 2 dieses Handbuchs.)

Der Wasserverbrauch wechselt auch stark mit der Jahres- und Tageszeit. Dies gilt insbesondere von kleineren Städten mit offener Bauweise, wo im Sommer die Besprengung der Hausgärten, Hofflächen u. s. w. einen Umfang erreichen kann, daß der Konsum das 3- bis 5-fache desjenigen in der Winterszeit beträgt, ohne daß auf die Menge der Brauchwasser dadurch ein merkbarer Einfluß geübt wird.

Setzt man den Durchschnittsverbrauch des einzelnen Tages vom ganzen Jahre = 1, so findet am Tage des stärksten Verbrauchs — der in den August oder September zu fallen pflegt — erfahrungsmäßig ein Verbrauch = 1,2—1,6 statt. Nach obiger Bezeichnungsweise ist der durchschnittliche Stundenverbrauch rund $\frac{1}{24}$; im Vergleich zu welchem der, gewöhnlich in die Nachmittagsstunden fallende, größte Stundenverbrauch wieder $= \frac{1,2}{24}$ bis $\frac{1,6}{24}$ beträgt. Danach ist das Stundenmaximum des Wasserverbrauchs, bezogen auf den durchschnittlichen Tagesverbrauch im Jahre:

$$\frac{(1,2 \text{ bis } 1,6)\ (1,2 \text{ bis } 1,6)}{24} = \frac{1}{16} \text{ bis } \frac{1}{9}.$$

Dasselbe beträgt beispielsweise bei 100 l durchschnittlichem Tagesverbrauch 6—11 l.

In den Nacht- (frühen Morgen-) Stunden findet ein Minimum des Wasserverbrauchs statt, welches bis auf $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$ des durchschnittlichen Tagesverbrauchs und selbst noch weniger herabgehen kann, also bei 100 l durchschnittlichem Tagesverbrauch auf etwa 1,5—3 l und weniger; der durchschnittliche Stundenverbrauch würde bei 100 l etwa 4 l sein.

Bei der Berechnung der Gesamt-Abflußmengen pflegt das Stundenmaximum des Brauchwassers voll in Ansatz gebracht zu werden, ungeachtet ein gewisser Verlust durch Verschütten, Verdunsten oder besondere Nutzungsweisen, der bis zu 50 Proz. gehen kann, dabei stattfindet. Der Grund für jenes Verfahren ist darin gegeben, daß mit dem Abfluß des Stundenmaximums zufällig eine vermehrte Zuführung von Wasser beim Spülen der Kanäle, ferner auch ein großer Regenfall zusammentreffen kann. Man wird ferner zu berücksichtigen haben, daß in der Zukunft, bei zunehmender Bevölkerungsdichte sich der Wasserverbrauch pro Kopf erhöhen kann (vergl. unter Cap. II).

Wie das Regenwasser, muß auch die Brauchwassermenge auf die Flächeneinheit des Niederschlagsgebietes zurückgeführt werden. Dazu ist die Kenntnis der Bevölkerungsdichte, und zwar der nach Lage der besonderen Verhältnisse mit Wahrscheinlichkeit für einen vorausliegenden Zeitpunkt zu erwartenden größten, not-

wendig; letztere ist aus der Bevölkerungsstatistik des Ortes zu ermitteln. Als Beispiel mag angeführt werden, daß bei der Planverfassung der Berliner Kanalisation im Radialsystem III die Kopfzahl pro ha 232 betrug, daß man aber bei Bemessung der Brauchwassermenge — sehr vorsichtig — 738 Köpfe, das 3,18-fache, zu Grunde gelegt hat. Aehnlich in anderen Orten, z. B. in Mülhausen i. E., dessen durchschnittliche Bevölkerungsdichte im Jahre 1890 pro ha 86 betrug; dort ist eine zu erwartende durchschnittliche Dichte von 300, die nach Gebietsteilen zwischen 100 und 500 wechselt, für die Bestimmung der Brauchwassermengen in Rechnung gestellt worden.

Wird der durchschnittliche Tagesverbrauch an Wasser mit r bezeichnet, die Kopfzahl pro ha mit n, so ist die von 1 ha in der Zeit des größten Abflusses abzuführende Brauchwassermenge b:

$$b = \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{9}\right) \frac{n\,r}{3600} \text{ Sekunden-Liter (Sek.-L.).}$$

Die für eine Anzahl von Städten gemachten rechnungsmäßigen Annahmen über die Brauchwassermengen sind in nachstehender Tabelle [17] angegeben.

Namen	Einwohnerzahl pro ha jetzt und bezw. künftig	Sek.-L. (pro ha)	Prozent der Regenwassermengen	Stundenmaximum des Wasserverbrauchs	Durchschnittl. Wasserverbrauch pro Kopf u. Tag. l.
1) Dortmund	—	0,22 bz. 0,8	1,3—9,5	$^1/_{16}$	135
2) München	55—470 / 80—700	0,2—1,8	0,9—8,0	$^1/_{16}$	150
3) Buda-Pest	500	1,1	5,3—10,0	$^1/_{20}$	158
4) Stettin	800	1,9	10,5	$^1/_{18}$	125
5) Nürnberg	540	0,56—0,85	3,1—7,1	$^1/_{16}$	90
6) Danzig	180—480 / 360—530	0,56—0,83	—	$^1/_{16}$	90
7) Berlin	200—500 / 400—800	0,77—1,54 / i. M. 1,31	3,6	$^1/_{18}$	127
8) Witten a. d. R.	165—300	0,83—2,1	4,6—11,6	$^1/_{12}$	120
9) Karlsruhe	80—400 / 400	2,1	6,0	$^1/_{8}$	150
10) Wien	—	0,7	2,6—7,6	—	—
11) Hamburg	—	0,54	1,4	$^1/_{18}$	140
12) Breslau	250	0,54	—	$^1/_{16}$	124
13) Köln	250—400	0,8—1,3	1,9—4,0	$^1/_{12}$	140
14) Chemnitz	250—500	0,4—0,8	—	$^1/_{18}$	100
15) Braunschweig (Proj.)	125—320	1,41—1,80	—	$^1/_{18}$	112,5
16) Düsseldorf	150—600 / 400—1000	0,79—1,94	—	$^1/_{18}$	127
17) Königsberg i. Pr.	550—600	1,5	0,015—0,037	$^1/_{16}$	150
18) Mannheim	300 / 270—400	1,0	—	$^1/_{18}$	100 bz. 160
19) Wiesbaden	75—400	0,15 bz. 0,65	—	$^1/_{18}$	100
20) Mülhausen i. E. (Proj.)	100—500	0,154—0,772 i. M. 0,477	2,3	$^1/_{18}$	100

Aus dieser Tabelle und der auf S. 141 mitgeteilten Tabelle über Regenwassermengen folgt zunächst, daß die sekundl. Brauchwassermenge selbst in Städten mit hoher Bevölkerungsdichte im Vergleich zur Regen-

wassermenge gering ist. Bei fast allen in obiger Tabelle aufgeführten Orten ist die Wasserversorgung nach heutiger Anschauung eine reichliche, und bei keinem ist von der zugeführten Wassermenge ein Abzug für Verdunstung u. s. w. gemacht. Trotzdem erreicht die Brauchwassermenge auch in den Stunden des Maximalverbrauchs nicht mehr als einige wenige Prozent der in die Kanäle aufzunehmenden Regenwassermenge.

In der obigen Tabelle tritt dies freilich nicht besonders klar hervor aus dem Grunde, daß darin neben sehr niedrigen auch sehr hohe Prozentzahlen verzeichnet sind; letztere Zahlen beziehen sich auf Gebietsteile, für welche die Regenmengen niedrig, der Wasserverbrauch aber hoch angesetzt worden ist.

Genauer ersichtlich wird das Verhältnis der Brauchwassermenge zur Regenwassermenge aus folgendem Beispiel:

Täglicher Wasserverbrauch pro Kopf = 100 l
Bewohnerzahl pro ha . . . . . . = 500 l
Stündlicher Maximalverbrauch . . . = $^1/_9$

Dann ist nach obiger Formel die pro ha abfließende Brauchwassermenge:

$$b = \frac{100 \,.\, 500}{9 \,.\, 3600} = 1{,}54 \text{ Sek.-L.}$$

Die Regenwassermenge zu = 50 Sek.-L. angenommen, wird das Verhältnis:

$$\frac{\text{Brauchwassermenge}}{\text{Regenwassermenge}} = \frac{1{,}54}{50} \text{ oder } \frac{1}{33} \text{ oder 3 Proz.}$$

Nach der Höhe der zu Grunde liegenden Annahmen darf der Anteil von 3 Proz. bereits als ein großer betrachtet werden; gewöhnlich wird derselbe kleiner sein und 1,5—2 Proz. nicht überschreiten. Es folgt daraus, daß die notwendige Querschnittsgröße der Kanäle durch die Brauchwassermenge kaum beeinflußt wird. Die Querschnittsgröße der Kanäle wird vielmehr, weil ein gewisser Ueberschuß schon als Sicherheitskoëffizient nicht entbehrt werden kann, allein durch die Regenwassermenge bestimmt. Mit anderen Worten: **ob man in die für Ableitung des Regenwassers genügend weit bemessenen Kanäle das Brauchwasser mit aufnimmt oder nicht, äußert auf die Baukosten derselben keinen Einfluß.**

Ergänzend hinzuzufügen ist vielleicht, daß da, wo eine zur Aufnahme ausreichender Mengen von Regenwasser eingerichtete Entwässerungsanlage besteht, kein Grund vorliegen kann, den Wasserverbrauch in den Häusern aus Rücksicht auf die Kanalweite Einschränkungen zu unterwerfen; solche Beschränkungen würden jedoch mit Bezug auf etwaige Reinigungs- (Desinfektions-)Kosten ins Gewicht fallen können.

Weiter ist erläuternd hinzuzusetzen, daß die Jahressumme des Brauchwassers pro ha die Jahressumme des Regenabflusses pro ha allerdings gewöhnlich übersteigen wird; dies hängt von der Bevölkerungsdichte und dem Wasserverbrauch ab. Bei etwa 125—150 Bewohnern pro ha und normalem Wasserverbrauch werden die Jahressummen der abfließenden Brauch- und Regenwasser etwa gleich sein.

Die für 1 ha geltende sekundliche Menge an Exkrementen,

in l ausgedrückt, wird, unter Zugrundelegung der Pettenkofer'schen Angabe (462 kg), nach der Formel gefunden:

$$e = \frac{mn}{24 \,.\, 60 \,.\, 60} = \frac{\frac{462\, n}{365 \,.\, 1{,}05}}{24 \,.\, 60 \,.\, 60} = \frac{1{,}20\, n}{86\,400}.$$

3. Fabrikwasser und Quellenwasser.

Fabrikwasser wechseln in ihrer Zusammensetzung stark mit der Art der Betriebe und lassen sich ihrer Menge nach nur durch besondere, in jedem einzelnen Falle vorzunehmende, Ermittelungen bestimmen. Kann dies nun auch mit ausreichender Sicherheit ausgeführt werden, so besteht doch völlige Ungewißheit über etwaige spätere Aenderungen, indem die ungefähr zu übersehende Bevölkerungszunahme zuverlässige Grundlagen für die Zunahme der Fabrikwassermengen nicht bietet. Hier ist man also betreffs der Zukunft durchaus auf Schätzungen angewiesen.

Als Beispiel werde angeführt, daß für die sehr industriereiche Stadt Mülhausen i. E. die durch spezielle Ermittelungen bestimmte Menge der Fabrikwasser das Vierfache des häuslichen Wasserverbrauchs erreicht. In Bochum betrug 1888—89 die Menge der Fabrikwasser 103 l, in Duisburg 94 l, in Elberfeld 1889—90 65 l, in Zürich 1888 49 l, in Halle 1889—90 30 l, überall pro Kopf und Tag der Bevölkerung gerechnet. In Birmingham kommen auf den Kopf der Bevölkerung pro Tag 222 l, in Glasgow 363 l, in Rheims (mit großer Leinenindustrie) sogar 406 l Fabrikwasser.

Schlößing und Durand-Claye veranschlagten für industriereiche Städte die Menge der Fabrikwasser auf 200—300 l pro Kopf und Tag — etwa das Doppelte des Wasserverbrauchs für häusliche Zwecke in Städten ohne Industrie.

Wie auf Fabrikwasser in Industriestädten ist auf Quellenwasser in Badeorten Rücksicht zu nehmen; in welchem Umfange bestimmt sich durchaus nach der Oertlichkeit. In Wiesbaden erreicht beispielsweise an regenfreien Tagen der Anteil der Quellenwasser etwa 15 Proz. der Kanalwassermenge.

Danach können die Fabrik- und Quellenwasser bei der Größe u. s. w. der Entwässerungsanlage allerdings ins Gewicht fallen, und erscheint das Bestreben, dieselben möglichst von der Aufnahme in die Kanäle auszuschließen und für ihre direkte Ableitung in offene Gewässer zu sorgen, auch aus diesem Grunde berechtigt.

Neben harmlosen Bestandteilen kommen allerdings in Fabrikwassern hoch giftige und wieder andere vor, welche mikroskopisches Leben begünstigen, endlich noch andere, die zu mächtigem Anwuchs von Algen in offenen Wasserläufen Veranlassung geben können. Harmlos sind Kondensationswasser von Dampfmaschinen, insofern als in ihnen keine anderen Verunreinigungen als aus den Schmiermitteln der Maschinen herrührendes Fett etc. enthalten sind. Dennoch schließt man Kondensationswasser von der Aufnahme in die Kanäle in der Regel aus, weil die in ihnen gelösten oder suspendierten Stoffe die Wandungen und Sohlen der Kanäle mit einer nur schwierig zu beseitigenden Schmutzschicht

überziehen, auch die Wärme der Abwasser die Fäulnis begünstigt. Die etwaige Aufnahme geschieht in der Regel nur unter der Bedingung, daß sie zuvor bis auf mindestens 35° C abgekühlt werden. Bei einigen Mengen legt man für diese Wasser am besten besondere Ableitungen an, welche die abgekühlten, ev. von Fett etc. befreiten Wasser zu den nächsten offenen Gewässern führen; wie weit dies Mittel ökonomisch ist, hängt durchaus von der Länge ab, welche die betreffenden Ableitungen erreichen.

Wasser aus chemischen Fabriken (Soda-, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Oxalsäure-, Chlorkalk-, Farbewaren- u. s. w. -Fabriken), auch solche aus Seiden- und Wollwarenfabriken sind mehr oder weniger reich an Säuren und mineralischen Giften.

Wasser aus Färbereien, Druckereien und Bleichereien enthalten große Mengen von Chlor und Schwefelsäure, im übrigen insbesondere Stickstoff, aber nicht in so großen Mengen als die häuslichen Brauchwasser.

Besonders stickstoffreich sind Wasser aus Gerbereien, besonders reich an Pflanzenstoffen Wasser aus Papier- und Wollwarenfabriken. Unerwartet große Mengen organischer Stoffe, besonders Pflanzenstoffe, finden sich auch in den Abwassern von Zuckerfabriken, die freilich in der Regel außerhalb geschlossener Orte angelegt werden und daher für den vorliegenden Zweck gewöhnlich belanglos sind. (Vergl. über die Fabrikwasser unter Flußverunreinigung in diesem Bande.)

4. Mischung städtischer Abwasser.

a) Anteil der exkrementellen Stoffe und des Stickstoffs.

Infolge der S. 133 besprochenen Thatsache, daß im größten Teile von Deutschland durchschnittlich höchstens jeden 6. Tag Regenwasser in die Kanäle gelangt, führen, abgesehen von Fabrikwassern, die Kanäle an mindestens $^5/_6$ der Anzahl aller Tage des Jahres nur häusliche Brauchwasser und menschliche Auswurfsstoffe, welcher Zustand also für die durchschnittliche Zusammensetzung des Kanalwassers bestimmend ist. Bei der Ungewißheit jedoch, welche über Menge und Zusammensetzung der Brauchwasser herrscht, kann man sich auf dem Wege der Rechnung nur ein ganz ungefähres Bild über den Mengenteil an Exkrementen in den Kanalwassern verschaffen, dessen Kenntnis jedoch von einiger Bedeutung für das Urteil über die Kanalisations-Systeme ist.

Unter Zugrundelegung der Formeln S. 146 und 147 hat man:

Bei stärkster Verdünnung der Kanalwasser:

$$V_1 = \frac{\text{Menge der Exkremente}}{\text{Menge des Brauchwassers}} = \frac{0{,}000014\,n}{\frac{v\,n}{9\,.\,3600}} = \frac{0{,}45}{v}$$

Dagegen bei stärkster Konzentration:

$$V_2 = \frac{\text{Menge der Exkremente}}{\text{Menge der Brauchwasser}} = \frac{0{,}000014\,n}{\frac{v\,n}{50\,.\,3600}} = \frac{2{,}52}{v}$$

Ein mittleres Verhältnis würde sich bestimmen aus:

$$V_m = \frac{0{,}000014\,n}{\frac{v\,n}{24\,.\,3600}} = \frac{1{,}21}{v}$$

Je nachdem man v zu 25—50—100—150 l (Tagesdurchschnitt des Wasserverbrauchs) annimmt, erhält man hiernach als wahrscheinliche Anteile der Exkremente im Brauchwasser:

V_1 =	1,80	bezw.	0,90	bezw.	0,45	bezw.	0,30	Proz.
V_2 =	10,8	„	5,4	„	2,52	„	1,80	„
V_m =	4,84	„	2,42	„	1,21	„	0,81	„

Eine weitergehende Deutung als die, daß diese Zahlen Werte sind, in deren Nähe die Anteile der Exkremente im Kanalwasser sich halten, darf denselben nicht beigelegt werden. Dies ergiebt sich schon, wenn nur beachtet wird, daß zwischen dem Wasserkonsum und der Zuführung von Exkrementen zu den Kanälen ein gewisser Parallelismus stattfindet. In den frühesten Morgenstunden sind beide am kleinsten; weiter in den Tag hinein verwischt sich der Parallelismus; es wird aber ein weitgehender Ausgleich in der Zusammensetzung des Kanalwassers durch die Verlangsamung des Abflusses in den Kanälen hervorgebracht, und besonders aus diesem Grunde ist es erlaubt, anzunehmen, daß die Extreme der Mischungen nur örtlich und zeitlich beschränkt auftreten, vielmehr die Zusammensetzung der Kanalwasser sich im allgemeinen nahe dem mittleren Verhältnis V_m halten wird*).

Aus dem Grunde, daß, die Brauchwassermenge übereinstimmend mit der Wasserzuführung angesetzt, also ein Abzug für Verdunstung etc. nicht gemacht ist, könnte vielleicht angenommen werden, daß die Verunreinigung etwas über V_m liegt; doch ist auf der anderen Seite zu beachten, daß aus Brunnen, offenen Gewässern und Fabrikwässern Beiträge zu den Brauchwässern geleistet werden, die in der obigen Rechnung gleichfalls außer Ansatz geblieben sind.

Es ist vereinzelt unternommen worden, aus den Exkrementen-Mengen die in den Kanalwassern enthaltenen Stickstoff-Mengen zu berechnen. Eine solche Berechnung ist jedoch, weil noch andere Quellen vorhanden sind, aus denen Stickstoff zugeführt werden kann, und auch wegen der wechselnden Zusammensetzung der Exkremente selbst, namentlich aber bei dem Wechsel, der im Wasserverbrauch stattfindet, sehr unsicher. Ein Verfahren wie dasjenige: von der in den Kanalwassern durch Analysen nachgewiesenen Stickstoffmenge die aus der rechnungsmäßigen Menge der Exkremente ermittelte Stickstoffmenge in Abzug zu bringen und alsdann zu schließen: daß der verbliebene Rest die in exkrementenfreien Brauchwassern enthaltene Stickstoffmenge repräsentiere, muß daher als ganz unzulässig erscheinen. Weder kennt man

---

*) Diese Auffassung findet ihre Bestätigung in einer mündlichen Mitteilung von Th. Weyl, nach welchem in Berlin die Kanalwässer mit der Tageszeit folgenden Wechseln unterliegen. Es enthielt nach Weyl's Analysen die Flüssigkeit, welche durch Mischung der Kanalwässer aus 6 verschiedenen Radialsystemen Berlin's gewonnen worden war, an Stickstoff in mg pro 1 l Flüssigkeit:

10 Uhr abends	85	12 Uhr mittag	127
7 „ früh	98	5 „ nachmittag	87
		8 „ abends	55 Regen!

in einem gegebenen Augenblicke die Kopfzahl der Personen, noch denjenigen Anteil an den Exkrementen der angeschlossenen Ortsbewohnerschaft, welcher den Kanälen vorenthalten bleibt, noch die Brauchwassermengen, welche abfließen, genau genug, um einen so weitgehenden Schluß als zulässig ansehen zu dürfen.

Wie groß der Einfluß von Faktoren der angedeuteten und noch sonstiger Art sein kann, die sich der Rechnung entziehen, lehrt eine Zusammenstellung von Baumeister, welche folgt. Vorauszuschicken ist derselben, daß die großen darin hervortretenden Unterschiede sich zum Teil vielleicht aus Verschiedenheiten in der Untersuchungsmethode erklären und daß die Zahlen daher nur als zu ungefähren Vergleichen benutzungsfähig angesehen werden dürfen.

Analysen von Kanalwassern (Mitteilung von Baumeister[17]).

Stadt	Verhältniszahl der Exkremente	Kanalwasser für 1 Kopf und Tag Liter	Bestandteile mg in 1 l = g in 1 cbm: suspendiert		gelöst		Zusammen	Stickstoff mg in 1 l = g in 1 cbm	
			unorgan.	organ.	unorgan.	organ.		für 1 cbm	pr. Kopf u. Tag
Mittel von 16 englischen Städten mit Wasserklosetts	1	180*)	242	205	722		1169	85	15
London, Jahresdurchschnitt	1	200*)	354	258	645		1257	80	16
„ bei Platzregen	1	—	1828	514	631		2973	74	—
Berlin, Jahresdurchschnitt **)	1	100*)	217	453	506	249	1425	70	7
Danzig „	1	180*)	216	379	499	171	1265	65	12
Frankfurt a. M., bei trockenem Wetter	0,7	100	76	72	573	285	1006	47	5
„ „ „ bei Tauwetter	0,7	320	797	203	238	250	1488	67	21
„ „ „ am Klärbecken	0,7	180*)	377	919	364	581	2241	115	21
Zürich, Durchschnitt der Stadtteile	0,8	400	36	92	298	182	608	114	45
Mittel von 15 englischen Städten mit gemischten Einrichtungen	0,4	150*)	178	213	824		1215	73	11
Paris, Jahresdurchschnitt	0,3	150*)	1050	515	572	258	2395	45	7
Wiesbaden, Salzbach als Hauptkanal	0,2	345	40	34	1780	93	1947	23	8
München, Ludwigs- und Maxvorstadt	0,2	465	40	80	361	190	671	—	—
Bremen	0	—	571	—	1109		—	60	—
Essen	0	190	105	213	613	230	1161	106	20
Halle	0	90	600	500	1200	700	3000	140	13

Die Zahlen in Spalte 1 der Tabelle geben in Form eines Bruches an, von welchem Teile der Bewohnerschaft erlaubtermaßen die Kanäle zur Abführung der Exkremente benutzt werden dürfen; die Zahl 1 bedeutet daher, daß in der betr. Stadt die Gesamtmenge der Exkremente in die Kanäle gehen darf. Es ersieht sich aus der Tabelle, daß die in 1 cbm der Abwasser enthaltene Stickstoffmenge in keiner erkennbaren Beziehung zu der auf den Kopf der Bevölkerung pro Tag treffenden Kanalwassermenge steht. Auch entfernt sich die Stickstoffmenge von einem Mittelsatze der Stickstoffmenge (11—13 g pro Kopf und Tag) sowohl nach unten als nach oben hin und zwar hier und da sehr erheblich. Besonders bemerkenswert ist aber, daß

*) Die Zahlen sind Jahresdurchschnitte.
**) Vergl. die Anmerkung auf S. 151.

die Stickstoffmenge auch in Städten, in denen die Einführung von Exkrementen in die Kanäle verboten ist, den Mittelsatz überschreitet, während sie andererseits dort, wo die Einführung unbegrenzt gestattet wird, bis fast auf die Hälfte herabsinkt. Es müßte nach der Tabelle z. B. in der zweiten von den beiden dort angeführten, etwa gleichgroßen Gruppen englischer Städte, deren eine Wasserklosetts, deren andere Gruben (gemischte Einrichtungen) hat, die Stickstoffmenge kleiner als 11 g sein. Weil die Erfahrung dies nicht bestätigt, wird in England auch der Düngerwert von Kanalwassern aus Städten beider Gruppen fast gleich hoch geschätzt (im Verhältnis = etwa 5 : 6) und hinsichtlich der Beurteilung solcher Wasser vom gesundheitlichen Standpunkte ein Unterschied nicht gemacht.

In den Abwassern von Lille beträgt der Stickstoffgehalt 20 mg, in denjenigen von Roubaix 71 mg; beide Städte haben Grubensystem.

Solche großen Unterschiede und diejenigen, welche die Tabelle aufweist, kommen wohl zumeist auf Verschiedenheiten in dem Wasserkonsum bezw. auf den Einfluß von Besonderheiten gewerblicher Thätigkeiten in den betr. Orten zurück.

b) Mikrobenmenge.

Kanalwasser können außerordentlich reich an Mikroorganismen sein, sind es jedoch thatsächlich nicht immer.

Im Pariser Sammelkanal von Clichy hat Miquel in 1 ccm 6 000 000 Keime gefunden. Im Kanalwasser von Halle wurden 12, 108 und 257 Millionen, im Kanalwasser von Potsdam 108 — 258 Millionen in 1 ccm gezählt. Zum Vergleich mag angeführt werden, daß in den auf den Berliner Rieselfeldern gereinigten Wassern bei den im Jahre 1892/93 laufend angestellten Untersuchungen gezählt wurden:

	Durchschn.	Max.	Min.
In den Drainwassern von Beetanlagen .	18 670	113 400	202
„ „ „ „ Wiesen . .	39 345	453 600	1080
„ „ „ „ Bassins . .	63 586	109 800	4180
„ „ Abflufsgräben	10 845	69 700	646

Die Durchschnittszahlen der vorstehenden Tabelle sind unter Auslassung sowohl der außergewöhnlich großen als der außergewöhnlich kleinen Zahlen, welche nur unter besonderen Umständen auftreten, ermittelt worden; sie werden sich daher auch dem mittleren Zustande einigermaßen nähern.

Es diene ferner zum Vergleich, daß im Elbwasser auf der Flußstrecke von der böhmischen Grenze bis Niederwartha unterhalb Dresdens wechselnd von 10 000—38 000, in der Strecke von der Einmündung der Saale bis Magdeburg von 450—6400 Keime, im Wasser des Neckar in Cannstatt 20 600 und in dem der Isar oberhalb München 10 200 Mikroben gezählt worden sind.

Aus den obigen Zahlen kann nur erkannt werden, daß ein außerordentlich großer Reichtum neben einem außerordentlich großen Wechsel der Mikrobenzahl in unreinen Wassern stattfindet.

Durchschnittszahlen, wie sie hinsichtlich des Anteils an organischen Stoffen wenigstens ein, bis zu gewissem Grade angenähertes Bild der Wasserbeschaffenheit liefern, wird mit Bezug auf Mikroben nur eine geringe Bedeutung zukommen. Dies ist kein Mangel von größerer

Tragweite, weil die Kenntnis der Mikroben-Zahl im Vergleich zur Kenntnis ihrer Eigenschaften untergeordnet ist.

Ein großer Gehalt an Mikroben in Schmutzwassern kann, wenn darunter nicht pathogene sich befinden, vielleicht sogar als günstig erachtet werden, insofern als dieselben die Mineralisierung der organischen Stoffe unterstützen. Nur will folgender Unterschied beachtet sein: Während eine hohe Mikrobenzahl geringe Bedeutung besitzt, wenn es sich dabei um nur wenige Arten handelt, wächst ihre Bedeutung mit der Zahl der Mikrobenarten, weil mit dieser die Wahrscheinlichkeit, daß darunter auch pathogene sein können, zunimmt.

Indessen ist zu bemerken, daß das Vorkommen pathogener Mikroben in Kanalwassern, welches früher als regelmäßig angesehen ward, nach neueren Ansichten doch nur ein mehr zufälliges und vorübergehendes zu sein scheint; es bestehen hierüber aber heute noch gegenteilige Ansichten unter den Hygienikern.

Auch die früher vielfach gehegte Meinung, daß den Mikroben für den Uebergang aus Kanalwassern in die freie Atmosphäre Wege in größerer Zahl zur Verfügung stehen, hat neuerdings stark eingeschränkt werden müssen. Es sei zu dem hier vorliegenden, nur im Vorübergehen zu berührenden Gegenstande unter Verweis auf die bezügliche Speziallitteratur eine Aeußerung Arnoulds[18] wörtlich angeführt, welche lautet:

„*Les eaux d'égout renferment des bactéries par millions; c'était certain d'avance. Mais le point capital est de savoir, si les bactéries pathogènes, qui ont quelque raison de s'y rencontrer, y trouvent le véritable milieu de leur culture spontanée. Nous avons vu, que les chances sont plutôt pour le contraire. Mais encore: les bactéries pathogènes de l'eau d'égout, peu torrentueuse, n'ont pas l'occasion de s'en échapper et de se répandre dans l'air libre.*"

c) Schwebestoffmengen.

Ueber den stark wechselnden Anteil an Schwebestoffen, welchen Abwasser enthalten, kann ein ungefähres Bild aus der Tabelle S. 151 gewonnen werden.

Läßt man diejenigen dort verzeichneten Zahlen, welche sich auf besondere Zustände der Abwasser (Maxima oder Minima) beziehen, desgl. die Angabe für Paris (wo beträchtliche Mengen von Straßenschmutz in die Kanäle gelangen) außer Betracht, so ergiebt sich als Gesamtmenge der Schwebestoffe (organischen und anorganischen Ursprungs) eine Zahl, die zwischen 200 und 600 (mg pro 1 l oder g pro 1 cbm) liegt, und als Durchschnittszahl 444 g. Das spezifische Gewicht der Schwebestoffe zu 1,1 angenommen, würde das Volumen derselben etwa 400 ccm betragen, d. h. das Mengenverhältnis der Schwebestoffe zur Wassermenge $= \frac{400}{1\,000\,000} = \frac{1}{2500}$ sein.

Im Breslauer Kanalwasser, an der Pumpstation, beträgt der Anteil der Stickstoffe (sehr wenig) nur $\frac{1}{3570}$. Andere weit höhere Zahlen ergeben sich bei Kläranlagen mit Becken-Betrieb. In England rechnet man pro 1 cbm Abwasser auf 10 l Schlamm, der etwa 90 Proz. Wasser enthält. Bei der Klärung mögen noch 10 Proz. der Schwebestoffe unab-

geschieden verbleiben, und zum Fällen werden 0,25 kg, oder 0,35 l Aetzkalk für 1 cbm Abwasser verbraucht. Hiernach berechnet sich folgender Anteil an Schwebestoffen:

$$\frac{10 \,.\, 0{,}1 \,.\, 1{,}1 \,.\, 0{,}65}{1000} \text{ rd. } \frac{1}{1400}.$$

Aehnlich bei Kläranlagen mit Klärbrunnen- oder Klärturm-Betrieb, wobei 2,5—5 l, durchschnittlich 4 l Schlamm, mit 70 Proz. Wassergehalt abgeschieden werden. Zurückbleiben mögen in geklärtem Wasser 15 Proz. der Schwebestoffe. Bei gleichfalls 0,35 l Kalkverbrauch beträgt, wenn durchschnittlich 4 l Schlammmenge angenommen werden, der Antheil an Schwebestoffen:

$$\frac{4 \,.\, 0{,}30 \,.\, 1{,}15 \,.\, 0{,}65}{1000} \text{ rd. } \frac{1}{1000}.$$

Aus den Kanälen von 9 Radialsystemen der Berliner Kanalisation sind während des Rechnungsjahres 1892/93 8490 cbm Sand, Kaffeesatz u. s. w. entfernt worden, dazu aus den Sandfängen an den Pumpstationen noch 3694 cbm derselben Stoffe; im ganzen 12 150 cbm; dies beträgt pro Kopf der angeschlossenen Bevölkerung 7,84 l, und verglichen mit der von den Pumpen geförderten Wassermenge $\frac{1}{5038}$. (Ganz ähnliche Zahlen haben sich auch in den Vorjahren ergeben.) Der obigen Menge müssen aber die in den Abwässern noch verbleibenden, mit den Wassern nach den Rieselfeldern geförderten Schwebestoffmengen hinzugerechnet werden, welche nach Tabelle (S. 151) 217 + 453 = 670 g in 1 cbm betragen. Wird wegen der zuvor bereits stattgefundenen Entfernung des schwereren Sandes aus den Wassern ein spezifisches Gewicht der Schwebestoffe von 1,05 angenommen, so berechnet sich das Volumen zu $\frac{670}{1{,}05} = 638$ und das Mengenverhältnis daher zu:

$$\frac{638}{1\,000\,000} = \frac{1}{1567}.$$

Durch Addition der beiden Zahlen findet man den Gesamtanteil an Sinkstoffen, den die Berliner Abwasser enthalten, $= \frac{1}{1200}$.

Dürfen auch die vorstehend ermittelten Zahlen wegen der mancherlei in ihnen enthaltenen Voraussetzungen nur als Annäherungen an die Wirklichkeit betrachtet werden, so gestatten sie doch den Schluß, daß der Gehalt städtischer Abwasser mit normalem Anteil an Schwebestoffen zwischen den Grenzen von $\frac{1}{1000}$ und $\frac{1}{3500}$ liegen, in der Regel aber der unteren Grenze näher als der oberen sich halten, d. h. $\frac{1}{1000} - \frac{1}{1500}$ betragen wird.

Ueber den m e c h a n i s c h e n Angriff, den die Kanalwand durch reibende, scharfkantige und spezifisch schwere Stoffe erleidet, kann aus den für Berlin oben angegebenen Zahlen für den Gehalt an Sand und Kaffeesatz ein ungefähres Urteil abgeleitet werden.

Es muß aber den aus den Abwassern entfernten 12 150 cbm Sinkstoffen schwerer Art noch eine gewisse Menge, die in den Wassern verblieben ist, hinzugefügt werden; einen Anhalt für diese Menge bietet die

in der Tabelle S. 151 enthaltene Zahl. Wird angenommen, daß die dort verzeichnete Zahl von 217 g anorganischer Schwebestoffe vorwiegend von Sand herrührt, so würde das spezifische Gewicht derselben zu etwa 1,25 anzunehmen sein und alsdann das Volumen derselben sich berechnen zu:

$$\frac{217}{1,25} = 163 \text{ ccm},$$

was ein Verhältnis zur Wassermenge ergiebt von:

$$\frac{163}{1\,000\,000} = \frac{1}{6135}.$$

Diese Zahl addiert zu der oben angegebenen für den Sandanteil im Wasser, bevor dasselbe die Pumpstation passiert, ergiebt den Antheil der Berliner Abwasser an Schwebestoffen schwererer Art zu:

$$\frac{1}{6135} + \frac{1}{5038} \text{ rd. } \frac{1}{2770}.$$

Bei der Vorzüglichkeit des Straßenpflasters und der Straßenreinigung in Berlin darf dieser Anteil von Sand bezw. spezifisch schweren Schwebestoffen im Kanalwasser wohl als ein Minimum betrachtet werden.

Je schwerer die Sinkstoffe in den Abwässern, um so näher bewegen sie sich der Sohle des Wassers, um so weniger leicht werden sie also durch die Regenüberfälle in die Flußläufe geführt.

1) **Fischer**, *Die menschlichen Abfallstoffe* (1892).
2) **C. Heiden**, *Die menschlichen Exkremente, Hannover* 1882.
3) **Heiden, Müller** *und* **v. Langsdorff**, *Beiträge zur Schwemmkanalisation* (1882).
4) **Heinzerling**, *Die Abwasser* (1855).
5) **Fischer**, *Das Wasser u. s. w.* (1891).
6) **Köhn**, *Die Kanalisation von Charlottenburg, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege* (1887).
7) **Jurisch**, *Verunreinigung der Gewässer* (1889).
8) *Verwaltungsberichte des Magistrats von Berlin betr. die Verwaltung der Kanalisationswerke, vom Rechnungsjahre* 1875 *an.*
9) **Grandke**, *Die Rieselfelder von Berlin* (1892).
10) **Uffelmann**, *Jahresbericht über die Fortschritte der Gesundheitspflege, X. Jahrgang ff.*
11) **Salkowski**, *Untersuchungen über die Osdorfer Rieselfelder, Deutsch. medizin. Wochenschrift IX* (1883).
12) *Hygienische Rundschau* 1893 *S.* 802, 312, 605.
13) **v. Nägeli**, *Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten* 1877.
14) **Mori**, *Ueber pathogene Bakterien im Kanalwasser, Zeitschr. f. Hygiene 4. Bd.*
15) **Miquel**, *Ueber die Zahl der Mikroben im Wasser, in den Annuaires de Montsouris* (1880).
16) **Koch**, *Desgl. in den Mitteilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, Bd. I.*
17) **Baumeister**, *Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung* (1890).
18) **Arnould**, *Nouveaux élémens d'hygiène 2. éd.* (1889).
19) **Behring**, *Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten, Bd. I* (1894).

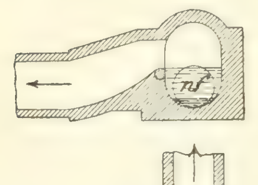
IV. Entlastung des Kanalnetzes durch Regenüberfälle.

Die Notwendigkeit, den Querschnitt der Kanäle nach Regenfällen zu bemessen, welche nur einige oder selbst nur ein paar Male im Jahre eintreten (S. 139), ist ein Uebelstand, durch den das Baukapital der Kanäle zu einem großen Anteile brach gelegt wird. Es ist aber auch ein Uebelstand in gesundheitlichem Sinne, insofern als die Kapacität (Wasserführungsfähigkeit) der Kanalprofile nur während eines sehr geringen Teils vom Jahre in Anspruch genommen wird, wodurch Schwierigkeiten für die Reinhaltung im übrigen längeren Teile desselben verursacht werden; für die allergrößten Regenfälle die Kapacität der Kanäle

einzurichten, ist überhaupt ausgeschlossen. Die Absicht einer Milderung dieser Uebelstände ist es, die zur Anlage von Regenüberfällen führt.

Wirtschaftlich wird die Anlage der Regenüberfälle um so günstiger sein, je kürzer die Wege sind, welche die vorläufig im Ueberschuß aufgenommenen Regenmengen in dem Kanalnetz bis zu dem durch Regenüberfälle vermittelten Austritt in das nächste offene Gewässer zurückzulegen haben.

Regenüberfälle können sogen. selbstthätige sein, worunter solche verstanden werden, über die ein Teil des Wassers den Abfluß selbstthätig nimmt, sobald der Wasserstand im Kanal eine bestimmte Höhe, die Höhe der Ueberfallsschwelle erreicht hat. Man bezeichnet auch noch diejenigen Regenüberfälle als selbstthätige, bei denen die Höhenlage der Ueberfallsschwelle nicht fest, sondern, vermöge Herstellung des Rückens der Schwelle als beweglicher Teil, veränderlich ist.



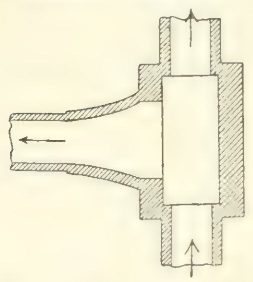


Fig. 1 und 2. Regenüberfall.

Fig. 1 und 2 stellen einen selbstthätigen Regenüberfall mit fester Schwelle dar.

Die Abzweigung desselben vom Kanal erfolgt rechtwinklig, und der Kanal hat an dieser Stelle im Interesse der Zugänglichkeit eine Erweiterung erhalten; die Abbildung veranschaulicht den Füllungszustand desselben unmittelbar vor Beginn der Thätigkeit des Regenüberfalls.

Die nicht selbstthätigen Regenüberfälle werden passend Notauslässe genannt. Sie treten erst nach Freilegung einer gewöhnlich geschlossenen Oeffnung in Funktion und der Abschluß derselben geschieht durch Schieber. Ob, wann und wie lange derartige Notauslässe in Thätigkeit sind, hängt nur von dem Willen der mit der Bedienung beauftragten Personen ab. —

Zur Bestimmung der zweckmäßigsten Lage eines Regenüberfalls sind oft sehr umfassende Vorstudien erforderlich. — Neben den Ermittelungen über die gewöhnlichen, die höchsten und die niedrigsten Wasserstände des offenen Recipienten ist, vom gesundheitlichen Gesichtspunkte aus, die Festsetzung der Höhenlage der Ueberfallschwelle der wichtigste Teil der Aufgabe, weil von dieser das Verdünnungsverhältnis (der Reinheitszustand) der den Regenüberfall passierenden Wasser abhängt.

Wird der für die Abführung der normalen Wassermengen des Kanals erforderliche Teil des Kanalquerschnitts mit F bezeichnet (in Fig. 1 der ganze wassergefüllte Teil des Profils), so muß, um die Kanalwasser n-fach zu verdünnen, d. h. die gewöhnliche Verunreinigung derselben auf $\frac{1}{n}$ herabzubringen, F das n-fache des bei normalem Abfluß gefüllten untersten (in Fig. 1 durch dunklere Färbung markierten) Querschnittteils f sein, also $F = nf$, aus welcher Bedingung die Höhenlage der Ueberfallsschwelle zu bestimmen ist. n ist aber auch der Quotient $= \frac{\text{Regenwassermenge}}{\text{Brauchwassermenge}}$ und für eine Anzahl von Städten hat dieser Quotient (vergl. die Tabellen S. 141 u. 146) folgende Werte:

Düsseldorf	2,1	München	5—7
Köln	2,2—3,5	Freiburg i. Br.	3,5
Hamburg	3,4	Berlin	6,4
Braunschweig (Proj.)	3,25	Emden	7
Frankfurt a. M.	4,0	Mülhausen i. E. (Proj. unter Zurechnung der Fabrikwasser) . .	8,8
Wiesbaden	5,0	Stettin	9,5
Königsberg i. Pr.	4,5		
Chemnitz	5,0		

Bei größerer Höhenlage der Ueberfallschwelle, als diesem Werte n entspricht, wird das austretende Wasser weniger, bei geringerer Höhenlage dagegen einen höheren Gehalt an Schmutzstoffen besitzen. Hierbei ist nur vorausgesetzt, daß die Menge des Schmutzwassers sich während des Regenfalls nicht etwa vergrößere. Da aber der Berechnung der Brauchwassermenge die Stunden des Maximalverbrauchs zu Grunde gelegt werden (S. 146 ff.), so wird diese Möglichkeit wohl fast immer ausgeschlossen, vielmehr umgekehrt in den meisten Fällen die während eines starken Regenfalls zufließende Brauchwassermenge kleiner und entsprechend der Gehalt des austretenden Wassers an Schmutzstoffen geringer als der rechnungsmäßige sein. Es ist jedoch weiter zu beachten, daß die sekundlichen Brauchwassermengen sich mit der Zunahme der Bevölkerungsdichte im allgemeinen vergrößern. Damit alsdann das Verdünnungsverhältnis $\frac{1}{n}$ nicht ungünstiger werde, bedarf es einer Erhöhung der Ueberfallschwelle. Danach können nur Regenüberfälle mit veränderlicher Schwellenhöhe die dauernde Einhaltung eines und desselben Verdünnungszustandes der von ihnen abgeleiteten Wasser sichern.

Häufig werden zur Anlage von Regenüberfällen mit veränderlichen Ueberfallsschwellen auch Wechsel im Wasserspiegel des Recipienten Veranlassung geben.

Neben dem Schutz der Kanäle gegen (gefährdende) Ueberlastungen besteht die Notwendigkeit, die Flußläufe vor zu reichlicher Zuführung von Schmutzstoffen zu schützen. Hierzu ist zu bemerken, daß der Koëffizient n um so größer gewählt werden muß, je kleiner der Recipient ist, daß aber auch zu denjenigen Zeiten, wo die Regenüberfälle in Thätigkeit treten, der Recipient die größten Wassermengen führen wird. Für Regenüberfälle, die innerhalb der Stadt an einen Recipienten anschließen, muß n größer gewählt werden, als für solche, deren Anschluß stromabwärts, außerhalb des bebauten Stadtteils, geschieht. Für den letzten, stromabwärts liegenden Regenfall darf bei großen Recipienten bis auf $n = 2$ herab gegangen werden.

Regenüberfälle dürfen weder zu früh in, noch zu spät außer Thätigkeit treten; ihre Funktionsdauer muß also möglichst eingeschränkt und es müssen ferner die Kanalwasser dem Flusse auf möglichst zahlreiche und günstig liegende Stellen verteilt überwiesen werden. Danach muß die Konstruktion der Regenüberfälle so beschaffen sein, um die Wasser in nur geringer Schichthöhe, dafür aber um so größerer Schichtbreite abzuleiten. Die Regenüberfälle müssen daher breite Sohlen erhalten: dies auch noch aus dem anderen Grunde, daß sie eine rasche und wirksame Entlastung des Kanals nur dann zu leisten vermögen, wenn ihre Sohlenbreite ein Vielfaches derjenigen Weite ist, die der Kanal in der Höhe der Ueberfallsschwelle besitzt. Wären etwa beide Maße gleich, so würden bei gleichen Gefäll-

verhältnissen der Kanal und der Regenüberfall die überflüssig zufließenden Wassermengen zu gleichen Teilen weiterführen (der Regenüberfall noch etwas weniger als der Kanal), wogegen, wenn die Schwellenweite des Ueberfalls das m-fache der Kanalweite in Schwellenhöhe wäre, jene Wassermenge zum Anteile $m\,Q$ von dem Regenüberfall, und nur zum Anteil $(1-m)\,Q$ von der unteren Kanalstrecke übernommen würde. Bei $m = 3$ würden beispielsweise der Regenüberfall $^3/_4$, der Kanal nur $^1/_4$ der oberhalb des Profilteils F (Fig. 2, S. 156) zufließenden Wassermenge übernehmen.

Für die relative Verbreiterung der Ueberfallschwelle bietet sich das Mittel, die Kanalweite unterhalb des Regenüberfalls entsprechend der verminderten Wasserführung einzuschränken. Man macht von diesem Mittel indessen nur selten Gebrauch und erzielt bei dem Verzicht darauf ohne nennenswerte Kostenvermehrung den Vorteil, daß die Aufnahmefähigkeit des Kanalnetzes für das Straßenwasser gesteigert wird, das Wasser also entsprechend rascher von den Straßen u. s. w. verschwindet.

Was die Zahl der Regenüberfälle betrifft, so sind mehrere kleine Regenüberfälle einem großen vorzuziehen, und am wertvollsten sind die Regenüberfälle im oberen Teile des Kanalnetzes. Wenn nicht Hindernisse vorliegen, wird für etwa 20 ha Größe ein Regenüberfall hergestellt; unter schwierigen Verhältnissen kommt aber ein Regenüberfall erst auf die 4—5-fache Gebietsgröße. Bei der Auswahl der Stellen sprechen aber so vielerlei Rücksichten, oft einander widerstrebende, mit, daß das Ergebnis fast immer als ein Kompromiß erscheinen wird, welches mancherlei Ausstellungen offen steht. Neben den gesundheitlichen Anforderungen sind beispielsweise Richtung und Breite der Straßen, Länge und Gefälle des an den Regenüberfall anschließenden Kanals, Rücksichten auf das Flußprofil, auf Ufergestalt, auf Fernhaltung von Ablagerungen im Flusse, auf Wasserberechtigungen, Schiffahrt, Fischzucht u. s. w. zu nehmen. Alles in allem genommen, bildet die Aufgabe, zweckmäßige Regenüberfallanlagen zu schaffen, einen der schwierigsten Punkte bei Städtekanalisationen, bei welchen Fehler, die vorgekommen sind, auch bald sehr unangenehm in die Erscheinung treten.

Werden alle Regenüberfälle eines Kanalnetzes unter Annahme desselben Verdünnungsverhältnisses n angelegt, so werden bei gleichmäßigem Regenfall in allen Teilen des Entwässerungsgebietes und auch gleichmäßigem Wasserverbrauch alle gleichzeitig in Funktion treten. Dies würde ein idealer Zustand sein, der wohl nur in seltenen Fällen erreichbar ist. Wo er besteht, würde er in jedem Zeitteilchen die Fortnahme einer Wasserschicht von bestimmter Höhe auch ziemlich gleicher Verunreinigung von der Oberfläche der Wasserführung im Kanal bedeuten, und die am unteren Ende des Kanalnetzes ankommenden Wassermengen würden dort, nachdem in der Anfangsperiode des Regenfalls die Mitführung der an den Kanalwänden in der vorhergegangenen Zeit etwa hängen gebliebenen Schmutzreste stattgefunden hat, weiterhin mit dem durch den Koëffizienten n bestimmten Verdünnungszustande austreten. Die Wirklichkeit wird, was die Beschaffenheit dieses austretenden Wassers betrifft, eine etwas andere, rechnerisch kaum verfolgbare, aber jedenfalls günstigere sein, schon aus dem Grunde, daß die bei der Berechnung des Kanalquerschnittes angenommene stündliche Hauswassermenge kaum so groß sein

wird, als angenommen ist, da bei derselben kein Abzug für Verdunsten gemacht ist und auch das Zusammentreffen des stärksten Regenfalles mit dem Stundenmaximum des Brauchwassers ein seltenes Ereignis sein wird. Weiter wird auch mit der Dauer des Regenfalls (bezw. mit dem Steigen des Wasserspiegels im Kanal über die Ueberfallsschwellenhöhe hinaus) und mit der Kanallänge das Kanalwasser immer reiner werden, wenn kanalabwärts die Profilgröße des Kanals eine verhältnismäßige Zunahme erfährt. Endlich wird auch dann das Kanalwasser, je mehr sich dasselbe dem unteren Kanalende nähert, immer reiner, wenn der Kanal im unteren Teil seines Laufes Gebiete geringerer Bebauung durchzieht, in denen ihm also geringere Beiträge an Hauswasser als aus den oberhalb liegenden Gebietsteilen zufließen. Schließlich kann angenommen werden, daß bei der kräftigen Strömung im Kanal nur die leichteren Schwebestoffe sich meist nahe der Oberfläche bewegen werden, wogegen die schweren und selbst nur schwereren Stoffe vermöge der großen Wassergeschwindigkeit im Kanal bis zum unteren Ende mitgeführt werden.

Man hört die Anlage von Regenüberfällen zuweilen als einen unerträglichen Uebelstand der Schwemmkanalisation bezeichnen. Es ist hierzu auf dasjenige, was bereits S. 155 mitgeteilt worden, zu verweisen, und nur noch zur bloßen Vermeidung von Mißverständnissen hinzuzufügen, daß Regenüberfälle vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege kaum je etwas Erwünschtes, sondern gewöhnlich nur ein notwendiges Uebel sein werden und in der Regel das kleinere unter zweien, von denen man einem nicht auszuweichen vermag.

1) *Die Regenmengen in ihrem Verhältnis zu den städtischen Abflußkanälen*, *Wochenbl. f. Archit. u. Ingenieure* (1883).

2) **Baumeister**, *Städtisches Straßenwesen und Städtereinigung* (1890).

V. Das Hauptsächlichste über Trennsysteme.

1. Trennsysteme im allgemeinen; prinzipielle Vergleiche.

Trennsysteme gehen darauf hinaus, die drei Arten von flüssigen Abfallstoffen: 1) menschliche Exkremente, 2) Brauchwasser und 3) Regenwasser hinsichtlich ihrer Ableitungsweise zu sondern. Speziell soll das Regenwasser von den Leitungsanlagen für Brauchwasser und Exkremente getrennt werden, während die gesonderte Abführung der Exkremente, wie sie im Liernur'schen System verfolgt wird, jetzt wohl nur noch selten in Frage kommt. Die Schärfe der Grenzlinie, welche früher zwischen Trenn- und Schwemmsystem gezogen ward, ist aber neuerlich etwas verwischt worden, teils äußerlich schon dadurch, daß in einzelnen Städten beide Systeme neben einander vorkommen, weiter dadurch, daß man in einigen Fällen in die nur für Brauchwasser und Exkremente bestimmten Leitungen auch einiges Regenwasser aufnimmt, endlich noch aus dem Grunde, daß bei dem Schwemmsystem nirgends die gesamte Regenwassermenge in den Kanälen fortgeführt wird, sondern in jedem Falle mehr oder weniger große Mengen, sei es von der Aufnahme überhaupt, sei es von der Führung durch lange Strecken des Kanalnetzes ausgeschlossen werden. Wo beim Schwemmsystem die zur

Aufnahme gelangenden Regenmengen gering sind, findet Annäherung an das Trennsystem, und wo die beim Trennsystem mit aufgenommenen Regenwasser von nur einiger Bedeutung sind, findet Annäherung an das Schwemmsystem statt.

Allgemein pflegt zu Gunsten der Trennsysteme folgendes angeführt zu werden:

1) Es wird nur ein kleiner Teil der flüssigen Abfallstoffe aufgenommen, und dieser ist sowohl nach Menge als Zusammensetzung relativ konstant und bekannt. Man kann daher die Querschnitte sowohl der Leitungen, als die etwa erforderlichen künstlichen Hebe- und Reinigungsanlagen dem Bedarf eng anpassen, sodaß alle Einrichtungen relativ klein und ökonomisch ausfallen. Dasselbe gilt auch für den dauernden Betrieb.

2) Andere erhebliche Ersparnisse werden dadurch erzielt, daß Regenwassereinlässe, Einsteigeschachte, Sicherungsmittel gegen Kellerüberschwemmungen, durch Rücktritt des Wassers aus den Straßenleitungen in Fortfall kommen.

3) Wird für Regenwasser unterirdische Ableitung eingerichtet so können dazu oft alte bestehende Leitungen benutzt werden.

4) Auch wenn neue Kanäle für Regenwasser gebaut werden müssen, sind die Kosten nicht groß, teils weil diese Leitungen auf den kürzesten Wegen, meist innerhalb der Orte selbst an einen Fluß anschließen dürfen, teils weil sie nur flach eingebettet zu werden brauchen, da die Gefahr des Einfrierens — im Winter — und Beförderung der Fäulnis durch Wärmewirkung — im Sommer — gegenstandlos sind.

5) Die Häuser sind von der Gefahr des Eindringens von Kanalgasen befreit, weil bei der Enge der Kanäle und ihrer großen Reinheit Gasbildung in den Kanälen, wenn überhaupt, doch nur in sehr geringem Maße stattfindet, die Kanäle keine Verbindung mit der freien Atmosphäre haben und von den Häusern durch Wasserschlüsse gesondert werden.

Der vermeintliche gesundheitliche Vorzug, den man den Trennsystemen endlich darin beilegt, daß Regenüberfälle unnötig sind, hat bereits oben seine Beleuchtung erfahren.

Was die Ermäßigung der Baukosten bei den Kanälen infolge Querschnittsverminderung betrifft, so wird dieselbe meist zu stark betont, da bei den Kanälen der Prozentsatz, den das Einbetten in die Tiefe (das Verlegen) erfordert, ein hoher und dabei wenig von der Weite der Rohre abhängiger ist. Freilich wird zuweilen geltend gemacht, daß die Rohre der getrennten Kanalisation nicht so tief im Boden zu liegen brauchen als die der Schwemmkanalisation; doch ist dies offene Frage. Wenn dieselbe aber auch im bejahenden Sinne entschieden werden sollte, wird auch der Vorteil preisgegeben, den die tiefere Lage hinsichtlich der Senkung des Grundwasserspiegels mit sich bringt (vergl. unter VI). Die Grenzen, in denen sich die Rohrweiten bei Trennsystemen bewegen, sind etwa 10 und 40 cm. Hausanschlüsse sollen nur 10 cm, die Straßenrohre im oberen Teil nur 15 cm Weite erhalten. Bei allen Rohren bis 25 cm Weite belaufen sich aber die Kosten des Verlegens bis 50 Proz. der Gesamtkosten und selbst darüber. Die Ersparung an Profilgröße kann daher kaum je für sich allein eine hohe Bedeutung erlangen; doch tritt derselben bei weniger tiefer Einbettung der Rohre in den Erdboden eine Ersparnis hinzu.

Wenn es notwendig ist, für Regenwasser besondere Kanäle anzulegen, so werden zwar die Kosten der zweifachen Anlage über die der Anlage nur eines Kanals beim Schwemmsystem hinausgehen. Dieser kommt aber nur abgeschwächt zur Geltung, wenn man die beiden Kanäle in denselben Mauerkörper anordnen kann. Figur 3 giebt eine bezügliche Konstruktion, in welcher der oben liegende Kanal für das Regenwasser bestimmt ist.

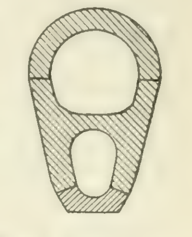


Fig. 3. Doppelrohr.

Ob es in der That möglich ist, bei Trennsystemen ohne Revisionseinrichtungen auszukommen, ist sehr zweifelhaft. Bei Ausführungen nach dem System Waring hat es sich als notwendig herausgestellt, Revisionseinrichtungen nachträglich anzubringen. Wo dieselben fehlen, werden die bei Verstopfung oder Rohrschäden notwendigen Aufgrabungen leicht sehr hohe Kosten verursachen können, weil es umständlich ist, den Sitz des Schadens aufzufinden. — Der Fortfall der Straßeneinlässe kann finanziell allerdings Bedeutung besitzen, sowohl was die erste Anlage als den Betrieb betrifft. Derselbe ist auch in gesundheitlicher Hinsicht nicht unwichtig, insofern als die Straßeneinlässe Sammelstellen von faulenden Stoffen sind. Je besser aber die Straßenreinigung (welche die Reinigung von Einlässen mit umfaßt) durchgeführt wird, um so geringer ist diese besondere Bedeutung der Straßeneinlässe.

Hinsichtlich der Kosten der Reinhaltung der Leitungen wird ein Unterschied zwischen Trennsystem und Schwemmsystem zu Ungunsten des letzteren wohl nicht bestehen, weil bei ersterem dauernde Spüleinrichtungen und Betrieb derselben erforderlich sind. Beim Schwemmsystem dürfen erstere zuweilen da fehlen, wo ausreichende gelegentliche Spülungen durch das Regenwasser bewirkt werden. Zu Zeiten längerer Regenlosigkeit muß allerdings künstlich gespült werden; es ist aber nicht immer nötig, für diesen Zweck dauernde Einrichtungen zu schaffen.

Innerhalb gewisser Grenzen läßt sich der mit Spülungen erstrebte Zweck der Reinhaltung der Kanäle der Trennsysteme auch dadurch erreichen, daß man dieselben mit Gefällen herstellt, bei welchen Ablagerungen vermieden werden (vgl. unter VIII). Da aber dies Gefälle stärker ist als das beim Schwemmsystem ausreichende, bedürfen bei einer derartigen Ausführung die Kanäle größere Tiefenlagen, was eine entsprechende Kostenerhöhung mit sich bringt. Es kann danach angenommen werden, daß diejenigen Kosten, welche beim Trennsystem für Reinhaltung der Kanäle, sei es auf Spülung, sei es auf Gefällevermehrung zu verwenden sind, sich nur dann geringer erwiesen, wenn der (event. erforderliche) Regenwasserkanal mit dem Brauchwasserkanal so weit unmittelbar verbunden ist, daß der Inhalt des ersteren zum selbständigen (oder auch besonders geregelten) Uebertritt in den Brauchwasserkanal benutzbar ist.

Uebrigens hat es keine Schwierigkeiten beim Schwemmsystem, den von Brauchwasser erfüllten Teil des Querschnitts fast ebenso zweckmäßig zu gestalten wie den geschlossenen Querschnitt des Trennsystems. Und wenn das geschieht, besitzt das Trennsystem, was die Reinhaltung der Kanäle betrifft, keinen Vorzug vor dem Schwemmsystem.

Was die Desinfektion (Reinigung) der Abwasser betrifft, so sind

dieselben sowohl bei den Neuanlagen als beim Betriebe des Trennsystems die geringeren.

Ob der Fortfall von Wasserschlüssen in den Anschlüssen der Grundstücke an die Straßenleitungen einen wirklichen Vorzug des Trennsystems bildet, ob beim Fehlen derselben das Hausinnere gegen den gelegentlichen Eintritt von Kanalgasen genügend geschützt sei, ist zweifelhaft. Der Frage der Kanalgase wohnt aber zur Zeit nicht mehr diejenige Bedeutung bei, welche derselben nach der englischen „sewer gases theory“ früher vielfach beigelegt worden ist. Nachdem durch Beobachtungen ermittelt ist, daß in gut gelüfteten Kanälen die Luftbeschaffenheit viel weniger unrein ist, als früher oft geglaubt ward, daß auch das Mikrobenleben in den Kanälen nicht denjenigen Umfang besitzt, den man früher angenommen hat (s. S. 152 ff.), daß gewisse Faktoren, wie z. B. die Verdunstung des Wassers, bei der Verbreitung von Mikroben ganz ausscheiden, daß dem mikroskopischen Leben allgemein nicht diejenige Schädlichkeit zukommt, die man ihm früher wohl beigelegt hat, erscheint das Ansehen, dessen sich die sewer gases theory früher erfreute, stark herabgemindert. Wenn aber auch Kanalgase eine besondere Schädlichkeit besitzen sollten, so müßte, um hieraus einen Vorzug für das Trennsystem ableiten zu können, doch erst durch Beobachtungen erwiesen werden, daß die Gase aus Kanälen des Trennsystems harmloser als diejenigen aus Kanälen des Schwemmsystems sind; solche Versuche fehlen bisher. Beachtet sein will hierzu aber, daß in den Kanälen des Schwemmsystems nicht nur dauernd Luftwechsel, sondern bei jedem größeren Regenfall auch eine energische Spülung der Kanalwände, verbunden mit einer besonders kräftigen Lüftung, stattfindet. Dazu kommt, daß es weder durch strenge Polizeiverbote, noch durch konstruktive Anordnungen ganz vermeidbar ist, daß zu Zeiten ungehörige Dinge, und auch solche sehr bedenklicher Art, ihren Weg in die unterirdischen Leitungen nehmen. Solche Gegenstände werden aus den an zahlreichen Stellen zugänglichen weiten Leitungen des Schwemmsystems immer leicht entfernt werden können, viel schwieriger jedoch aus den verschlossenen und engen Leitungen des Trennsystems. Andererseits kann es als ein Vorzug des Schwemmsystems betrachtet werden, daß durch dasselbe ermöglicht ist, lästiger oder schädlicher Stoffe auf leichteste Weise sich zu entledigen, ohne daß dieselben Unrechtwege einzuschlagen brauchen.

Einen höchst wertvollen Vorzug besitzt das Schwemmsystem endlich in seiner Einfachheit und Einheitlichkeit. Weil demselben jeder maschinelle Apparat fehlt und sein Wirken einzig auf die Schwemmkraft des Wassers basiert ist, wird auch sein Betrieb ungleich leichter und sicherer sein als derjenige eines Trennsystems, der gewöhnlich künstlicher Einrichtungen bedarf, die der Beschädigung und dem Versagen unterworfen sind.

Aus den vorstehenden Vergleichen ist ersichtlich, daß in gesundheitlicher Hinsicht zwischen Trenn- und Schwemmsystem, wenn nur dem Prinzip nach unterschieden wird, wesentliche Ungleichheiten nicht bestehen, daß vielmehr beide den betr. Anforderungen genügen können, wenngleich nach Maßgabe der Ausgestaltung im Einzelnen in wechselnder Weise. Die Entscheidung wird daher beim Kostenpunkt liegen, und dieser wiederum wird beherrscht durch die Beantwortung der Frage: ob nach der Beschaffenheit des Orts das Regenwasser oberirdisch abfließen kann oder ob für dasselbe unterirdische Leitungen not-

wendig sind. Trifft letzteres zu, so wird das Trennsystem in der Regel unkonkurrenzfähig sein, es müßten denn die Regenwasserableitungen infolge großer Nähe offener Gewässer außerordentlich kurz ausfallen.

Bei dem hier gezogenen Vergleich ist stillschweigend vorausgesetzt, daß das Entwässerungsgebiet von einigermaßen normaler Beschaffenheit, bezw. die Lösung der Entwässerungsfrage noch ganz offen sei.

Man denke sich einen von vielen Wasserläufen durchzogenen Ort mit geringem Straßenverkehr — wie es z. B. bei mehreren holländischen Städten zutrifft — so liegen hier im allgemeinen günstige Bedingungen für die Wahl eines Trennsystems vor, weil die Ableitung des Regenwassers mit den allereinfachsten Mitteln geschehen kann und ohne daß vom Standpunkt der Reinhaltung der Gewässer Bedenken zu erheben sind.

Noch mehr indiziert kann in einem solchen Falle die Wahl eines Trennsystems dann sein, wenn durch Ungunst der Terraingestaltung und der Bodenbeschaffenheit, z. B. weite Ausdehnung des Orts ohne ausgesprochenes Oberflächengefälle, und hohe Lage des Grundwassers für den Bau tief liegender und großer Kanäle besondere Schwierigkeiten bestehen, wo es vielleicht geradezu unmöglich ist, so große Kanäle, wie sie für die Ableitung der Regenwasser erfordert würden, mit erschwingbaren Mitteln zu bauen.

Auch wo aus älterer Zeit etwa Kanäle vorhanden sind, die für Ableitung von Regenwasser benutzungsfähig, dagegen zur Ableitung von Brauchwasser unbrauchbar sind, kann ein Trennsystem sowohl wirtschaftlich als vom Standpunkt der Gesundheitspflege berechtigt sein. Dies gilt um so mehr, wenn kein zweites Netz von Kanälen hinzugefügt zu werden braucht, vielmehr durch entsprechende Einbauten die vorhandenen Kanäle für getrennte Abführung der Brauch- und der Regenwasserring errichtet werden können. Derartige Anlagen kommen neuerdings mehrfach in Italien zur Ausführuug.

Die vorstehend angeführten Gründe gelten nicht nur für ganze Orte, sondern auch für Teile solcher. Beispielsweise kann für Orte in schmalen Thälern für die Thalsohle Trennsystem, für die Hänge Schwemmsystem zweckmäßig sein, und ebenso kann unter ähnlichen Umständen für das obere Thalende sich ein Trennsystem, für das untere das Schwemmsystem als das geeignetere erweisen. Solche Anlagen bestehen z. B. in Karlsbad, wo die Thalsohle, in Elberfeld, wo das obere Thalende Trennsystem besitzen. Der längs des Rheins sich erstreckende Teil von Köln wird nach Trennsystem kanalisiert, während im übrigen Teile Schwemmkanalisation eingerichtet wird. Potsdam ist in einem Teil nach Trennsystem kanalisiert, Göttingen desgl., jedoch unter Aufnahme des aus den Höfen und von den Dächern in die Kanäle abfließenden Regenwassers.

Auch noch anderweite Rücksichten, wie z. B. felsige Beschaffenheit des Bodens, Steilheit der Hänge, selbstthätiger Zufluß von Spülwasser, ungleiche Dichte der Bebauung, Beschaffenheit und Verkehrsgröße der Straßen u. s. w. können Teilung des Wassers als zweckmäßig erscheinen lassen. In dem Falle aber, wo für Regenwasser brauchbare Kanäle aus älterer Zeit vorhanden sind, kommt noch sehr deren Lage in Betracht. Ist dieselbe etwa so beschaffen, daß zu beiden Seiten Rohre des Trennsystems gelegt werden müssen, so wird

das Trennsystem wohl aus dem Wettbewerb ausscheiden müssen, namentlich dann, wenn im Straßengrunde Leitungen für andere Zwecke (Gas, Wasser, Elektrizität, Druckluft) gelegt sind.

Ein Moment von einiger, aber nicht großer Bedeutung, welches bei der Frage mitspricht, besteht darin, daß beim Vorhandensein von zwei Leitungen, die ähnlichen Zwecken dienen, keine vollkommene Sicherheit dafür gegeben ist, daß Anschlüsse immer an diejenige der beiden Leitungen geschehen, welche die richtige ist.

Nach allem zu der Frage, ob Trenn-, ob Schwemmsystem, hier Mitgeteilten besteht, wie besonders hervorgehoben werden mag, keine Veranlassung, dieselbe mit der Ausschließlichkeit des Standpunktes zu behandeln, mit der sie bisher vielfach behandelt worden ist, um so weniger, als zwischen beiden die strenge Grenze oft fehlt. Es ist daher auch nur zu wünschen, daß beide in Zukunft nebeneinander hergehen und für jeden Einzelfall die Wahl zwischen ihnen mit Sorgfalt nach Maßgabe der Besonderheiten desselben getroffen werden möge.

2. Die einzelnen Trennsysteme.

a) Trennsystem Liernur.

Dies ist das erste bekannt gewordene Trennsystem, welches auch wohl Differenziersystem genannt wird. In seiner frühesten, in den letzten der 60er Jahre bekannt gewordenen Form führte es jedoch die Bezeichnung Trennsystem mit Unrecht, insofern als es darauf beschränkt war, die Exkremente fortzuschaffen, und danach nur als eigenartig durchgebildetes Abfuhrsystem sich darstellte. Die Exkremente werden mit Hilfe von Luftverdünnung in unterirdischen Behältern gesammelt und von da, sei es in Röhren, ebenfalls unter Benutzung von Luftverdünnung, zu einer Centralstation geschafft oder dahin in verschlossenen Gefäßen transportiert, um sie zu Poudrette zu verarbeiten. Als Hauptmotiv wird für das Liernur-System immer das angegeben, daß durch den luftdichten Abschluß der Gefäße und Leitungen bezw. die in den Gefäßen und Leitungen herrschende Luftverdünnung der Uebertritt von Mikroben und Miasmen in die Atmosphäre gänzlich verhindert sei. Ueber die — beschränkte — Bedeutung dieses Motivs ist bereits an mehreren Stellen gesprochen worden.

Die Grundstücke einer Stadt werden zu kleineren Bezirken zusammengefaßt, deren jeder einen (eisernen) Sammelbehälter bekommt, von dem aus enge, eiserne Zubringerrohre in die verschiedenen Straßen des Bezirks führen, die sich in die einzelnen Häuser zu den Klosetts verästeln. Für gewöhnlich ist die Verbindung der Zubringer mit den Behältern abgesperrt; sie wird nur in — 24-stündigen — Zwischenräumen geöffnet, während welcher Zeit die Exkremente in den Klosetttrichtern verbleiben, die durch Form und Tiefe sich von anderen Klosetts unterscheiden.

Gewiß ist, daß durch den Ausschluß der Brauchwasser in den Häusern zuweilen Notstände geschaffen und trotz strengen Verbots mitunter Brauchwasser ihren Weg durch die Klosetttrichter nehmen werden. Bei der Unmöglichkeit, dies zu verhindern, hat der Erfinder nachträglich gewisse geringe Wassermengen (bis 6 l pro Tag und Kopf) zugelassen.

Dieser ersten Zweckerweiterung sind später noch andere hinzugekommen, durch die erst das ursprüngliche Abfuhrsystem zu einem Trennsystem geworden ist. Städte, die einer unterirdischen Regenwasserableitung nicht bedürfen, sollen ein enges Rohrnetz für Exkremente und Brauchwasser erhalten.

In Orten, die eine unterirdische Regenwasserableitung haben müssen, soll dem Netz für Brauchwasser und Exkremente ein zweites, besonderes Kanalnetz für Regenwasser hinzugefügt werden.

Außer in ein paar holländischen Orten (Amsterdam, Doordrecht, Leyden und mehreren kleineren Ausführungen in Kasernen etc.) hat, soviel bekannt, das Liernur-System sich keine Anwendung zu verschaffen gewußt. Der Hauptgrund dafür ist neben der Kostspieligkeit und Kompliziertheit des mechanischen Teils, sowie dem längeren Belassen der Exkremente in den Klosetts wohl die Erfahrung, welche man über die geringe Verwertungsfähigkeit des Düngers gemacht hat.

Daß das System den Anforderungen der Hygiene genügen kann, leidet nach einer von der wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen in Preußen abgegebenen speziellen Beurteilung (dem später noch andere günstig lautende Voten derselben Instanz gefolgt sind, z. B. in Bezug auf die Entwässerung von Minden am 1. Nov. 1882) keinen Zweifel. Bezeichnend für die in dieser Hinsicht bestehenden Zweifel ist es jedoch, daß das Votum mit dem Urteile schließt:

„daß die Anwendung des Systems nur so lange gestattet werden könne, als die von dem Erfinder in Aussicht gestellten Ergebnisse bei dem Betriebe auch wirklich erreicht würden."

Die bei dem besonderen Verfahren der Düngerbereitung nach Liernur sich ergebenden großen Mengen stark verunreinigter Abwasser führen auch vielleicht Schwierigkeiten in der Ableitung mit sich.

b) Berlier's pneumatisches System.

Das System hat mit dem (ursprünglichen) Liernur'schen das gemeinsam, daß ebenfalls nur die Exkremente aufgenommen werden und zur Fortschaffung derselben in Röhren gleichfalls Luftverdünnung dient. Wenn die Rücksicht auf ausreichende Verwertung der Exkremente es hinderte, würde jedoch der Mitaufnahme des Brauchwassers nichts im Wege stehen.

Durch gewöhnliche Abortstrichter gelangen die Exkremente nacheinander in 2 Gefäße, in deren erstem Papierfetzen und ähnliche Reste abgesondert werden. Die durch Schleuderwirkung breiartig gewordene Masse entleert sich, nachdem ein gewisser Füllungszustand des zweiten Gefäßes erreicht ist, also nicht immerwährend, sondern absatzweise, in eine Rohrleitung, in welcher Luftverdünnung hergestellt wird.

Das System, welches ebenfalls nur ein besonderes ausgebildetes Abfuhrsystem ist, eignet sich für Ausführung im Großen wohl nicht und ist, soviel bekannt, bei seiner Kompliziertheit im mechanischen Sinne auch nur bei einigen besonderen Gebäuden einer Pariser Kaserne etc. zur Ausführung gelangt.

c) Trennsystem Shone.

J. Shone hat bei einem wirklichen Trennsystem, welches, soviel bekannt, zuerst in Wrexham (England) zur Ausführung gelangte, doch auch eine Anzahl weiterer Anwendungen gefunden hat, einen Sammelbehälter, der mit einem mechanischen Apparat, Ejektor genannt, ausgestattet ist, angewendet. Nur nach diesem neuen Bestandteil haben die betr. Kanalisationsanlagen den Namen Shone-System erhalten.

Um für die — dickflüssigen — Brauchwasser in den engen Röhren ausreichende Vorflut zu schaffen, wird das Entwässerungsgebiet in eine Anzahl Bezirke zerlegt und in jedem derselben ein Ejektor in so tiefer Lage angeordnet, daß die an denselben herangeführten Zuleitungsröhren aus den Straßen und Häusern ein reichliches Gefälle erhalten. Die Verbindung zwischen den Ausgußstellen bezw. Klosetts in den Häusern und Sammelbehältern ist, abgesehen von ganz kurzen, nur nach Minuten zählenden Unterbrechungen, immerwährend offen. Der Zweck des Ejektors besteht nicht nur in der vorläufigen Ansammlung einer gewissen Menge von Schmutzwasser, sondern auch darin, diese Mengen zeitweilig und dabei selbstthätig in die Abflußleitung zu entleeren. Eine schematisch gegebene Abbildung desselben zeigt Fig. 4. Zufluß und Abfluß geschehen durch Vermittelung von Ventilen in den in der Figur durch Pfeile angedeuteten Richtungen. Wenn die Wassermenge im Gefäß einen gewissen Spiegelstand erreicht hat, wird durch Wirkung eines aufgehängten, der Bewegung des Wasserspiegels folgenden Schwimmers ein Hebel in Bewegung gesetzt, der seinerseits einen Schieber öffnet, wonach in den Sammelbehälter Preßluft, die von einer Maschinenstation aus zuzuführen ist, eintritt, welche den Wasservorrat aus dem Behälter hinausdrückt. Nach stattgefundener Entleerung — die an keine bestimmten Zeitabschnitte gebunden ist, sondern sich durchaus nach dem Bedürfnis vollzieht — findet infolge Sinken des Schwimmers selbstthätiger Schluß der Preßluftzuleitung statt, wonach die im Sammelbehälter vorhandene Preßluftmenge auf angewiesenem besonderen Wege entweicht, und nun der während der Entleerung unterbrochen gewesene Zufluß aus den Straßenröhren von neuem beginnt.

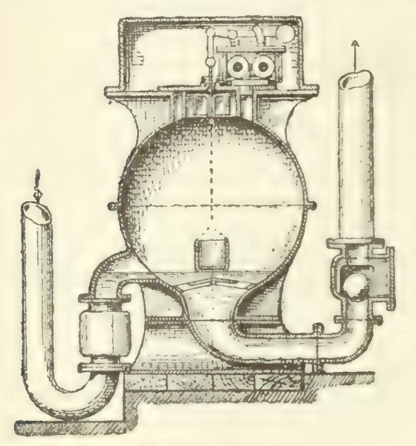


Fig. 4. Ejektor nach Shone.

Kann der Ejektorbetrieb vor öfteren Störungen bewahrt werden, so ist das Shone-System, abgesehen von dem Kostenpunkt, wohl einwurfsfrei. Vertreter desselben verweisen auf Erfahrungen in mehreren englischen Städten (Eastbourne, Latchford, Southampton u. s. w.), ohne aber daß es ihnen in Deutschland bisher gelungen wäre, irgend eine Stadt zur Annahme des Systems zu bestimmen. Es sind nur Projekte nach Shone'schem System gewesen, mit denen einige Gemeindebehörden in Deutschland sich bisher beschäftigt haben.

d) Trennsystem Waring.

Mit Bezug auf Einfachheit steht dies System den übrigen voran; es scheint, daß dasselbe bereits anderweitig, vielleicht weniger vollkommen, zur Ausführung gebracht war, bevor Waring in der amerikanischen Stadt Memphis dasselbe anwendete.

Waring benutzt keinerlei mechanische Einrichtungen, sondern erzielt für den — dickflüssigen — Inhalt der Kanäle ausreichende Vorflut durch Verlegung derselben mit gewöhnlichen Gefällen, aber Hinzufügung sehr wirksamer Spüleinrichtungen.

Es wird am oberen Ende jedes Rohrstranges ein Spülbassin angebracht, dessen Mindestgröße etwa 1 cbm ist; auf je 260 Einwohner, die ihre Brauchwasser in die Kanäle schicken, werden mindestens 0,5 cbm Spülbassingröße gerechnet.

Die Spülung soll 1—2mal pro Tag stattfinden. Dies würde einen mittleren Spülwasserverbrauch von nur 1 cbm pro Kopf und Jahr bedingen, der sehr gering erscheint. Die Hausanschlüsse werden ohne Einschaltung eines Wasserschlusses in das Straßenrohr eingeführt, letztere werden durch Anschlüsse an Schornsteine und über Dach geführte besondere Röhren gelüftet. Andere Verbindungen mit der freien Atmosphäre, wie z. B. durch Einsteigeschächte, sollen grundsätzlich nicht stattfinden; es verlautet jedoch, daß solche Verbindungen für den Zweck der Behebung von gelegentlichen Verstopfungen an einzelnen Stellen nachträglich hinzugefügt worden sind.

Seiner Brauchbarkeit nach dürfte das System Waring, welches in Oxford seit 1876 angewendet wird, auch in Paris einige Anwendung gefunden und sich bewährt hat, unter den bisher bekannten Trennsystemen den ersten Rang einnehmen.

Die Aufnahme von Regenwassern in die Kanäle ist weder vom Erfinder grundsätzlich ausgeschlossen, noch bei den Ausführungen unterblieben; doch sind die zugelassenen Mengen derselben in jedem Falle gering.

Eine Ausführung, bei der ebenfalls eine gewisse Menge von Regenwassern aufgenommen wird, liegt in Göttingen vor; dort werden speziell die in den Höfen an den Rückseiten der Häuser gesammelten Regenwasser in die Leitungen eingeführt. Zu Gunsten dieses Verfahrens lassen sich mehrere Gründe geltend machen. Wenn die Höfe tiefer liegen als die Straßen, ist damit eine Schwierigkeit, welche für die Trockenlegung der Grundstücke besteht, beseitigt. Jedenfalls wird auch die Gefahr, daß die Straßenwasser unbefugter Weise verunreinigt werden, stark vermindert, die Unbedenklichkeit dieser Wasser mit Bezug auf ihre Ableitung in offene Gewässer also vermehrt.

Anhang

betr. die Trennsysteme Liernur und Berlier.

Die Einrichtungen zur Abführung der Fäkalien mittelst Röhren, welche im Straßengrunde dauernd verlegt werden, lassen sich ebensowohl den „Abfuhrsystemen“ als den „Kanalisationssystemen“ zurechnen. Dieselben durften daher in dem Abschnitte über Kanalisation nicht übergangen werden; doch hat es nicht im Plane dieses

Abschnittes gelegen, auf jene Einrichtungen weiter einzugehen, als es zur Gewinnung einiger allgemeiner Vergleiche notwendig war. Daher sind die den Systemen Liernur und Berlier — in welchen sogen. Fäkalrohre benutzt werden — gewidmeten Besprechungen auf den knappsten Umfang eingeschränkt worden. Um aber auch etwaigen, auf Eingehen in die Details der beiden genannten Systeme gerichteten Ansprüchen zu genügen, sind aus dem

von Professor Blasius-Braunschweig

bearbeiteten Abschnitt über „Abfuhr" die ausführlichen Beschreibungen jener Systeme nach hier übertragen und in einem besonderen „Anhang" aufgenommen worden.

Die Benutzung von Pneumatik ist schon im Jahre 1862 vom Ingenieur Aristide Dumont*) vorgeschlagen worden. Derselbe wollte ein metallenes Kanalnetz von einer Pumpstation in Clichy aus durch die größeren und kleineren Kanäle bis in die einzelnen Wohnhäuser zu den Klosetten hin legen. Diese sollten an der Basis des Abfallrohres durch ein Klappenventil, das sich durch sein eigenes Gewicht schließt, sobald das Rohr entleert wird, gegen den Kanal abgeschlossen werden. Die Senkgruben würden fortfallen und die Exkremente durch Absaugepumpen direkt von Clichy aus abgesaugt werden. Andere Pumpen sollten dann in Clichy die Exkremente, mit Abwassern gemischt, abwärts von Paris in verschiedenen Richtungen zur Berieselung aufs Land befördern.

Nach Wazon**) ist das System bis 1884 in Paris und, soweit bekannt geworden, auch später nirgends ausgeführt worden.

1. Das pneumatische Differenziersystem von Liernur.

Das von Charles T. Liernur erfundene pneumatische Differenziersystem beruht auf dem Vorschlage Aristide Dumont's.

Die erste Veranlassung zu der Ausbildung dieses Systemes gab ein Auftrag des verstorbenen Prinzen Heinrich der Niederlande zur Ausarbeitung eines Kanalisationsprojektes für die Stadt Luxemburg [1]. Dabei waren zur Bedingung gemacht: 1) das in den Fluß abgeleitete Wasser sollte ebenso rein sein wie das Flußwasser oberhalb der Stadt sein; 2) die Dungstoffe sollten in eine lager- und transportfähige, für den Ackerbau verwendbare Form gebracht werden; 3) oberirdische Transportmittel, wie Tonnen, Abfuhrwagen u. s. w. sollten ausgeschlossen sein.

Infolge dieses Auftrages bereiste Liernur zunächst im Jahre 1865 England, glaubte hier verschiedene Nachteile des englischen Schwemmsystems entdeckt zu haben und schlug das nach ihm benannte pneumatische Differenziersystem vor.

Liernur's System beruht darauf, daß die städtischen Abfallstoffe in zwei Röhrennetzen abgeleitet werden, einem für die dunghaltigen festen Stoffe und Flüssigkeiten und einem anderen für die entschlammten Abwasser. So viel bekannt, ist aber bisher immer nur das eine, für die dunghaltigen festen Stoffe bestimmte Rohrnetz (das Fäkalrohrnetz) ausgeführt, die Legung eines besonderen Rohrnetzes für die Abwasser jedoch unterlassen werden. Aus diesen Gründen kann auf die Beschrei-

*) *Eaux de Lyon et de Paris* (1862) 304, *pl.* 21 *u.* 22.

**) A. Wazon, *Principes techniques d'assainissement des villes et habitations*, Paris 1884, 171.

bung des — nur vorgeschlagenen — zweiten Rohrnetzes hier verzichtet werden.

Für außergewöhnliche Mengen von Meteorwasser, wie es bei starken Wolkenbrüchen einer Stadt zugeführt wird, ist *oberflächliche Abführung* in den Rinnsalen der Straßen nach dem nächsten Wasserlaufe in Aussicht genommen.

Drainierungen zur Trockenlegung des Untergrundes, welches *Liernur* ebenfalls vorgeschlagen hat, bilden keine Eigentümlichkeiten seines Systems und scheiden daher hier ebenfalls aus.

Das Rohrsystem für die *dunghaltigen festen Stoffe und Flüssigkeiten* ist aus Eisen möglichst luftdicht konstruiert und beginnt an den in den einzelnen Häusern befindlichen Abortsitzen, Stallgullies u. s. w. und an den öffentlichen Bedürfnisanstalten, führt unterirdisch in ein in der Straße gelegenes Rohr und durch dieses, unter Vermittelung von im Straßengrunde gelegten eisernen Reservoiren, in ein außerhalb der Stadt belegenes Maschinenhaus Fig. 1*. Durch Erzeugung eines Vakuums werden die Fäkalstoffe hierher angesaugt, in Gruben gesammelt und entweder direkt an die Landwirte verkauft oder durch Wasserverdampfung zu Poudrette verarbeitet.

Es kommen danach in Betracht:

1) die Abtritte,
2) die Ableitungsröhren,
3) die Straßenreservoire,
4) die Centralstation mit der Luftpumpe und
5) die weitere Verarbeitung und Verwertung der Exkremente.

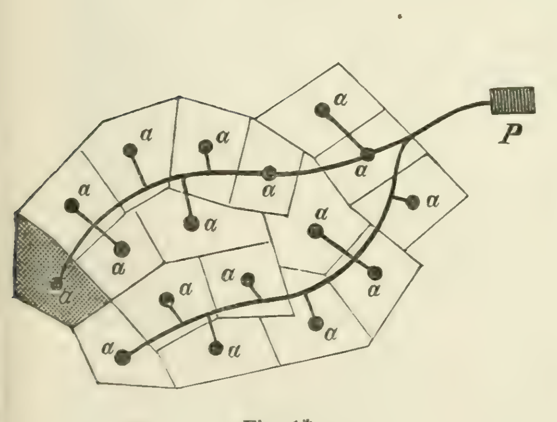


Fig. 1*.
a Strafsenreservoire.
P die Centralstation.

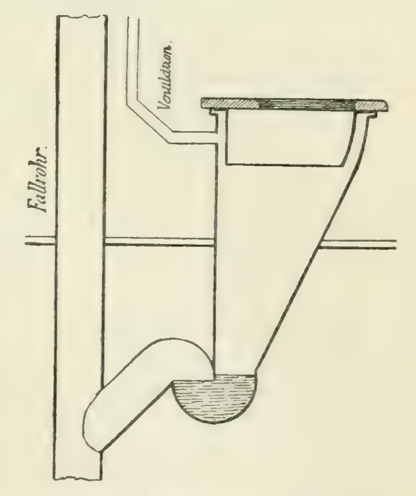


Fig. 2*. Abtritt nach *Liernur*.

Für die: 1) *Abtritte* hat *Liernur* eine bestimmte Form, Fig. 2*, konstruiert. Der Sitztrichter besteht aus gebranntem, glasiertem Thon, ist etwa 70 cm tief, nach unten konisch verengt und geht unmittelbar in einen Syphon über. Die untere Oeffnung des Trichters muß immer enger sein als die engte Stelle der daran sich anschließenden Rohrleitung, damit

alle Gegenstände, die per fas oder nefas in das Klosett durch den Trichter gelangen, schon hier zurückgehalten werden und keine Verstopfung in dem Rohrsystem entstehen kann. In den oberen Teil des Thontrichters ist ein kürzerer zweiter Trichter von emailliertem Gußeisen eingehängt, der den Zweck hat, den Thontrichter vor Verunreinigung zu schützen. Der eiserne Trichter besitzt eine vertikale Hinterwand, eine nach unten rückwärts gezogene Vorderwand und ein nahe dem Sitzbrette abgehendes Ventilationsrohr, das am besten nach einem gut ziehenden Schornsteine führt. Der Fäkalverschluß soll unten im Siphon dadurch bewirkt werden, daß eine zungenartige Verlängerung der hinteren Trichterwand selbst bei geringer Füllung noch einen vollständigen Abschluß bietet.

Als gegen diese Form des Abtrittes, einesteils wegen der Beschmutzung der Wände, anderenteils wegen der Unappetitlichkeit des festen Kotverschlusses Einwände erhoben wurden, konstruierte Liernur auch eigentliche Wasserklosetts, die aber bei jedesmaliger Benutzung nur 1—1 $^1/_2$ l Wasser erforderten. Als nun der Verbrauch des Wassers sich zu sehr steigerte, schaltete der Erfinder zwischen Siphon und Fallrohr ein sogen. Sicherheitsklosett ein, d. h. einen wasserdichten Behälter von der Größe, daß er die Fäkalflüssigkeiten eines Tages bei liberaler Wasserbenutzung aufnehmen kann. Durch eine besondere Vorrichtung wird eine übermäßige Wasservergeudung und dadurch herbeigeführte zu starke Verdünnung der Fäkalien verhindert: Im Trichter ist in passender Höhe eine Ausflußöffnung angebracht, welche bei Ueberfüllung einen Austritt des Klosettinhaltes in den Klosettraum (die Zelle) zur Folge hat. Der Behälter für die Tagesproduktion kommuniziert nämlich mit dem pneumatischen System durch einen Heber, dessen Scheitelpunkt etwas oberhalb der Ausflußöffnung im Abtrittstrichter liegt und der bei der ersten Einwirkung des Vakuums in Thätigkeit tritt, d. h. die Fäkalien absaugt. Bei regelrechter Benutzung des Klosetts wird man den kritischen Behälter gar nicht gewahr, bei Einschütten ungebührlicher Wassermengen steigt aber das Niveau im Abtrittstrichter höher und höher. — ein nicht mißzuverstehendes Warnungssignal. Es bleibt schließlich nur übrig, schleunigst nach der Bedienungsmannschaft zu schicken, welche den Schlüssel zu einem Sicherheitsventil besitzt und gegen entsprechende Bezahlung den ungebührlichen Klosettinhalt mit Umgehung des erwähnten Hebers direkt dem pneumatischen Rohrnetze zuführt.

2) Das Rohrsystem beginnt unterhalb des Klosett-Siphons mit einem Rohr, das etwa in einem Winkel von 45 ^{0} in das senkrecht abfallende Fallrohr einmündet, Fig. 3*. Am unteren Ende des Fallrohres ist noch ein mehrfacher Siphon angebracht, von dem aus das Hausrohr sich bis zu dem in der Straßenmitte liegenden Hauptrohr fortsetzt, Fig. 4*. Am besten werden überall gußeiserne Rohre mit 127 mm innerem Durchmesser genommen. Mehrere solcher Straßenrohre führen in einen unter dem Straßenpflaster angelegten eisernen Behälter, von Liernur[6]:

3) Straßenreservoir genannt. Durch Hähne können diese Reservoire einerseits mit dem zu den Häusern, andererseits mit dem zur Centralstation führenden, sogenannten Magistralrohr in Verbindung gebracht oder abgesperrt werden. Doch ist jedes Hausanschlußrohr mit einer Sperrklappe versehen, die unter dem Trottoir liegt und mit der Hand zu- oder aufgestellt werden kann.

Erfahrungsgemäß ist es praktisch, die ganze Stadtfläche in Bezirke von 4—10 ha und mehr einzuteilen, die dann ein Straßenreservoir haben,

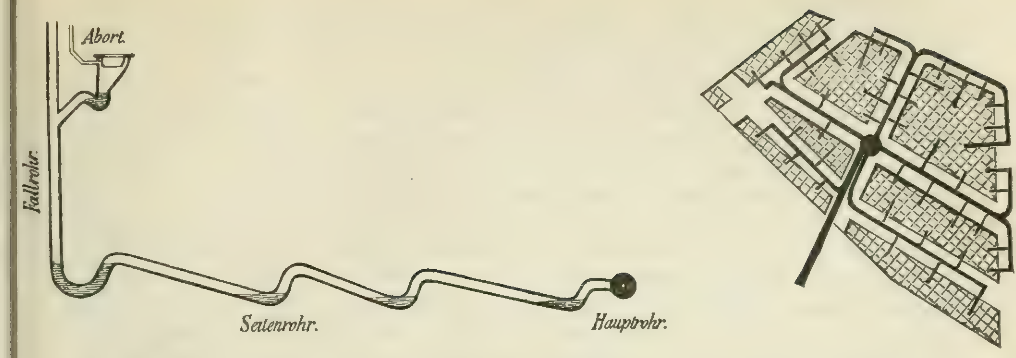


Fig. 3*. Verbindung des Aborts mit dem Hauptrohr, nach Liernur.

Fig. 4*. Verästelung des Fäkalrohrs in den Häusern und Strafsen. Verbindung desselben mit dem Strafsenreservoir und des letzteren mit der Magistralleitung, nach Liernur.

das am bestem an einem Kreuzungspunkte von 2 Hauptstraßen angelegt wird.

4) Die Centralstation nimmt die sämtlichen Magistralleitungen auf. In derselben sind Luftpumpmaschinen aufgestellt. Man rechnet ungefähr $^3/_4$ Pferdekraft auf 1 ha Stadtgebiet. Für eine Stadt von 200 ha Oberfläche würden daher z. B. 150 Pferdekräfte zu rechnen sein. Es ist erforderlich, um keine Betriebsstörungen zu haben, mehrere Luftpumpen aufzustellen, im gegebenen Falle also z. B. 3 von je 50 Pferdekräften, und zur Sicherheit noch eine Reservemaschine. Die Heizkessel sind so einzurichten, daß die von den Luftpumpen kommende Luft und die von den übrigen Apparaten eventuell entweichenden übelriechenden Gase mit verbrannt werden. In der Centralstation sind Reservoire zur Aufnahme der Fäkalien aus den Magistralleitungen anzulegen, mindestens 2 für Wechselbetrieb.

Das ganze Fäkalrohrsystem arbeitet in folgender Weise: Durch die Luftpumpen wird die Luft aus dem Rohrsystem und den Straßenreservoiren ausgepumpt und alsdann, bei Offenstehen der betr. Ventile bis zu den Hausklosetten hin ein Ansaugen der Fäkalmassen zunächst in die Straßenreservoire und von da aus zum Hauptreservoire hin erfolgen.

Vielleicht ist die folgende Schilderung einiger Einzelheiten des Systems von Liernur manchem erwünscht. Sie beruht auf Beobachtungen, welche ich selbst 1885 bei Gelegenheit des V. internationalen Kongresses für Gesundheitspflege im Haag gelegentlich einer Exkursion nach Amsterdam (wo damals 3100 Häuser mit 50000 Einwohnern an das Liernur-System angeschlossen waren) gemacht [8] habe:

„. . . Nun besuchten wir die in der Nähe vor der Stadt liegende Centralstation. In einem großen, hallenartigen Gebäude befinden sich mehrere Dampfkessel und zwei Luftpumpen, die im Dienste abwechseln. Desgleichen zwei Reservoire, wovon das eine funktioniert, sobald das andere gefüllt ist. Ueber diesen Reservoiren liegen, eine Etage höher, zwei andere Reservoire, in die die Fäkalmassen durch Luftdruck hinaufbefördert werden. In denselben werden die Massen durch rotierende Apparate durcheinander gemengt und dann in zwei breitere, große Reser-

voire gebracht, in denen sie mit 1 bis $1^1/_4$-proz. Schwefelsäure vermischt werden. Von hier aus gelangen die Stoffe in Dampfapparate, in denen sie auf ca. 100 Grade erhitzt und zur Syrup-Konsistenz gebracht werden. Ursprünglich sollten sie dann noch auf durch Wasserdämpfe erhitzten Kupfercylindern ausgebreitet und zu einem trockenen Pulver abgedampft werden; doch wurde dies durch einen Gemeinderatsbeschluß vom 31. Dezember 1879 verboten*) und möglichst der Verkauf der nur zu Syrup eingedickten Flüssigkeit an die Landleute zu erstreben gesucht.

Unmittelbar an dem Maschinenhause führt ein Kanal vorbei; hier legen die mit einem großen eisernen Bassin gefüllten Kähne an, in die die Fäkalflüssigkeit durch Röhren geleitet wird. Unter meinen Augen wurde dieses ausgeführt; binnen sehr kurzer Zeit läßt sich ein derartiger Kahn füllen und der Inhalt dann als Düngerjauche auf die Felder transportieren. Es wird beabsichtigt, möglichst viel von dieser Jauche an die Landbewohner zu verkaufen, damit man nicht noch die Kosten der Eindickung zu bezahlen hat. Freilich würden die eingedickten, bezw. in trockene Form gebrachten Dünger, weil aufbewahrungs- und auf weite Entfernungen versendungsfähig, ein vergleichsweise sehr viel wertvolleres Erzeugnis sein.

Vom hygienischen Standpunkte aus interessierte mich nun vor allen Dingen das endliche Schicksal der Exkremente, da ja bei weitem nicht alles so im direkten Handverkauf weggeht. Mein Begleiter, Hr. v. Bruyn-Kops, der Geschäfts-Teilhaber von Liernur, führte mich mittelst einer kurzen Kanalfahrt zu einer Sammelstelle für Müll und Exkremente, die ebenfalls westlich vor der Stadt gelegen war. Bei Besichtigung derselben erfuhr ich, daß die Stadt Amsterdam folgende Arten der Entfernung ihrer Abfälle hat: 1) Die festen Hausabfälle (Müll etc.) werden per Pferd oder per Kahn aus den Häusern abgeholt und auf einigen Plätzen in der Umgebung der Stadt abgelagert und von Unternehmern weiter verwertet; 2) die Hauswässer gehen: a) direkt oder b) durch Röhren in das Meer oder in die Kanäle; 3) die menschlichen Exkremente gehen: a) durch Wasserklosetts direkt in die Kanäle oder das Meer, b) werden in Gefäßen in den Häusern aufbewahrt und täglich entweder durch Wagen oder durch Kähne abgeholt und sowohl direkt an Landbewohner verkauft oder in gemauerten Behältern vor der Stadt abgeladen, c) sie werden durch das Liernur'sche System **nach der Centralstation befördert.**

Bei der zunächst von uns besuchten Sammelstelle befand sich außer dem Müllhaufen auch eine derartige ausgemauerte Grube, in der die Exkremente aufbewahrt und aus der sie an Landbewohner zum Zwecke des Düngens verkauft wurden. Selbstverständlich war der Anblick dieses offenen Reservoirs ein außerordentlich widerlicher und gewiß auch die Verpestung der Luft durch dieselben für die Nachbarschaft eine gesundheitsnachteilige. Am Nachmittage besuchten wir eine andere Ablagerungsstelle im Nordosten der Stadt. Hierher wird per Kahn (es sollen täglich 14 bis 15 gefüllte Kähne sein!) die in der Centralstation Liernur nicht käuflich abgegebene flüssige Exkrementenjauche geführt. Durch eine Dampfpumpe werden die Kähne in einen sehr großen ausgemauerten Behälter entleert und von diesem aus entweder wieder an Ackerbauer im Handverkauf abgegeben oder auf sehr große, wohl 20 bis 25 Schritte im Quadrat und 1 bis $1^1/_2$ m hohe Müllhaufen

*) [Wohl wegen des fürchterlichen Geruches, welchen diese Operation verursachte. Red.]

geleitet, um diese in Kompost umzuwandeln. Mehrere Wochen lang wird auf diese Haufen Jauche gepumpt; können sie keine Jauche mehr fassen (ein großer Teil lief unter unseren Augen nutzlos ab!), so werden sie je nach Bedarf an Ackerbauer als Dünger verkauft. Ich brauche wohl nicht besonders zu erwähnen, daß diese ganze Anlage eine im höchsten Grade unsaubere, unappetitliche und widerliche ist, und daß sie jedenfalls für die Anlieger und Anwohner auch sehr gesundheitsgefährlich sein muß, namentlich im Hochsommer wegen den pestilenzialischen Ausdünstungen.

Ueber die Betriebskosten, die das Liernur'sche System erfordern, finden wir genaue Angaben in einem Vortrage, den Hr. Ingenieur v. Bruyn-Kops im Stadthause zu Amsterdam am 28. Februar 1883 einer Kommission des Gemeinderates von Paris gehalten hat. Es heißt darin, daß die städtischen Behörden von Amsterdam konstatiert haben, daß in dem Quartier zwischen Wetering und Utrechtsche Porten die Kosten der Bedienung des Systems, inklusive der Zinsen von der Konstruktionsanlage, pro Person 70 Centimes betragen. Es wohnen dort 500 Menschen auf 1 ha; rechnet man aber über die ganze Stadt verteilt nur 300 Menschen auf 1 ha, so muß man die Kosten im Verhältnis von 3 : 5 höher anschlagen, also 1,17 Frcs. annehmen. Hinzukommen noch folgende Kosten, um die Exkremente zu verdampfen, alles pro Kopf und Jahr:

Um 1750 l Wasser zu verdampfen, 110 kg Steinkohlen .	2,20	Frcs.
$6^1/_2$ kg Schwefelsäure (10 Frcs. = 100 kg)	0,65	„
Handarbeit	0,50	„
Zinsen vom Konstruktionskapital der Verdampfungsapparate	0,40	„
Unterhaltung und Erneuerung dieser Apparate	0,80	„
Verschiedenes	0,25	„
Dazu die anfangs erwähnten	1,17	„
im ganzen	5,97	Frcs.
oder abgerundet	6	Frcs."

Nach den Dordrechter Erfahrungen enthält die dort produzierte Poudrette $7^1/_2$ bis 8 Proz. Stickstoff und $2^1/_2$ bis 3 Proz. Phosphorsäure, hat also mindestens einen Wert von 16 Frcs. auf 100 kg. Unter der Annahme, daß 1 Person jährlich 50 kg trockene Poudrette ergiebt, so würden sich die Einnahmen auf 8, die Ausgaben auf 6, die Reineinnahmen aus der Städtereinigung daher auf 2 Frcs. stellen. Zu den hier mitgeteilten Zahlen muß aber bemerkt werden, daß sie unkontrollierbar sind.

Verstopfungen kommen nach v. Bruyn-Kops im Liernurschen Systeme ebenso vor, wie in allen übrigen Systemen; es kamen dadurch, daß Sachen in die Klosetttrichter hineingeworfen wurden, die nicht hinein gehörten, im Jahre 1882 für eine Bevölkerung von 46 362 Personen vor:

in den Trichtern	825	Verstopfungen.
in den Kanälen	28	„

Die Beseitigung derselben kostete 534 Frcs. 29 Cent. Liegen die Verstopfungen in den Trichtern, so ist die Beseitigung leicht; liegen sie in den Kanälen, so muß die Beseitigung sehr unangenehme Störungen für den ganzen Stadtteil im Gefolge haben, namentlich wenn die Reparatur mehrere Tage in Anspruch nimmt. —

Wenn ich mir nach diesen Betrachtungen ein Gesamturteil über das Liernur'sche System erlauben darf, so ist dasselbe, theoretisch ausge-

dacht, in hygienischer Beziehung sehr annehmbar, obgleich: 1) nicht zu verkennen ist, daß ein Klosett mit Kotverschluß immer weniger angenehm ist, als ein solches mit Wasserverschluß, wie beim Schwemmkanalsystem, 2) die Exkremente sich beim Liernur'schen System immer noch länger in der Wohnung aufhalten (täglich nur eine Entleerung der Kanäle!) als beim Schwemmsystem, wo sie sofort nach jeder Defäkation möglichst rasch aus der Wohnung fortgeführt werden, und 3) die nicht in Röhren aufgenommenen häuslichen Brauchwasser viel fäulnisfähige Substanzen mit in die Flüsse hineinbringen.

Was die praktische Durchführung anbetrifft, so erscheint mir diese in Amsterdam, seit die Centralstelle eingerichtet ist, vorzüglich zu sein, bis zu dem Momente der Poudrette-Fabrikation. Diese findet nicht statt, und daher zeigen sich noch jetzt schreiende Uebelstände, wie ich sie oben geschildert habe.

In Amsterdam hat neuerdings L. Ketjen 1 Jahr lang versuchsweise die Fäkalmassen auf schwefelsaures Ammoniak verarbeitet. Dieselben enthielten:

Trockensubstanz . . .	2,018	Proz.
freies Ammoniak . . .	0,193	„
Ammoniak in Salzen . . .	0,078	„
Ammoniak in organ. Form .	0,055	„
Phosphorsäure	0,131	„
Kali	0,069	„

Zur Verarbeitung von 8750 cbm Fäkalmassen waren 123000 kg ungelöschter Kalk, 153000 kg Kohlen und 27000 kg Schwefelsäure erforderlich. Der Arbeitslohn kostete 2498 Fl. Es wurden 72100 kg schwefelsaures Ammoniak und der kalkhaltige Dünger produziert, sodaß sich für 1 cbm Fäkalmasse 17 Cts. Reingewinn ergab. Am 1. Oktober 1892 hat man mit dem Betriebe eines Etablissements begonnen, das 250 cbm Fäkalien in 24 Stunden bearbeiten kann, und will in Zukunft alle Fäkalmassen derartig verarbeiten.

Nirgends ist das Liernur'sche Differenziersystem bisher in seiner Gesamtheit ausgeführt worden. In Prag, Olmütz und Brünn hat man sich auf die pneumatische Abführung der Fäkalien in den Kasernen beschränkt; in Hanau ist das Krankenhaus mit einer derartigen Anlage versehen. Nur in Holland hat das System einige Verbreitung gefunden, wohl weil man bei der sehr flachen Bodenbeschaffenheit des Landes und dem sehr hohen Grundwasserstande in den meisten Städten das für eine Schwemmkanalisation erforderliche Gefälle nicht finden konnte. In Amsterdam und Leyden begann man damit 1871, in Dordrecht 1875. Ueberall sind nur einzelne Stadtteile damit versehen worden; eine Stadt, die in ihrer Gesamtheit nach Liernur's System rein gehalten würde, existiert bis jetzt nicht.

Die Litteratur über das Liernur'sche System ist eine außerordentlich große, namentlich existieren eine große Menge von Streitschriften pro und contra. Für das Liernur'sche System wurde hauptsächlich in dem Verein gegen die Verunreinigung der Flüsse und den Berichten über dessen Jahresversammlungen, in dem von Liernur herausgegebenen „Archiv für rationelle Städteentwässerung" und in einzelnen landwirtschaftlichen Blättern gewirkt. Gegen das Liernur-System

kämpfte vor allen Dingen der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege in seinen Versammlungen und in der von ihm herausgegebenen Vierteljahrsschrift. Auf die einzelnen Schriften kann hier nicht näher eingegangen werden; doch sind dieselben S. 177 angegeben.

3. System Berlier.

Berlier, Direktor der Abfuhr- und Düngergesellschaft in Lyon, erfand 1880, als daselbst eine Typhusepidemie dringend zur besseren Reinhaltung der Straßenkanäle aufforderte, ein unterirdisches Röhrensystem, das, ähnlich wie beim Liernur-System durch Ansaugung von einer Centralpumpe aus die Fäkalien direkt aus den Häusern nach der Umgebung der Stadt beförderte. Eine vom Präfekten ernannte Kommission beurteilte das Unternehmen sehr günstig, und dies war Veranlassung, daß Berlier von der städtischen Verwaltung in Paris gestattet wurde, eine längere Strecke von Levallois-Perret mit seinem System zu versehen. In Deutschland wurde das System hauptsächlich bekannt durch einen 1883 erschienenen Artikel von Stübben[1], dem wir die nachfolgenden Schilderungen entnehmen:

„Berlier läßt die unterirdische Kanalisation der städtischen Straßen für Regen- und Hauswasser bestehen und beschränkt sein System ausschließlich auf die Abtrittsstoffe. Waterclosetts sind in unbeschränktem Maße zulässig.

Das Rohrnetz besteht aus Röhren, deren Durchmesser zwischen 10 und 40 cm beträgt und deren Muffen mit Blei verstemmt sind. Wo angänglich, sind diese Röhren im Innern der Straßenkanäle verlegt. An die Straßenröhren schließen sich die Zweigröhren nach den Häusern; jedes endigt im Souterrain des Hauses in einem kleinen Raume, welcher die Stelle der Abtrittsgrube vertritt. Hier stehen 2 gußeiserne Gefäße, wie sie in beifolgenden beiden Figuren abgebildet sind, ein würfelförmiges, Fig. 5*, unter dem Fallrohr der Aborte und ein cylindrisches, Fig. 6*, an dessen

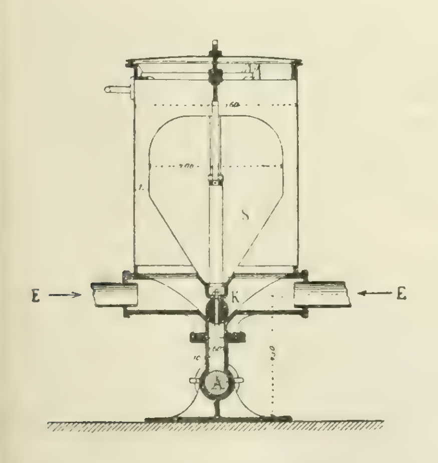


Fig. 5*. Evacuateur von Berlier.
S = Schwimmer.
K = Kautschukkugel.

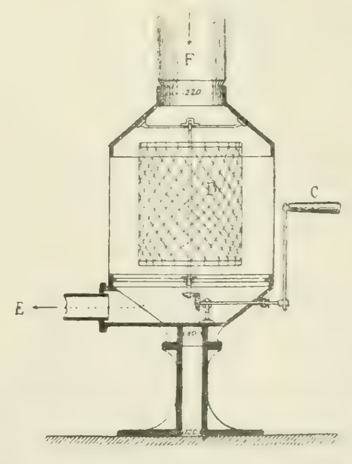


Fig. 6*. Récepteur von Berlier.
D = Drahtkorb.

zugespitztem Boden das Zweigrohr des pneumatischen Netzes befestigt ist. Das Würfelgefäß wird „Aufnehmer“ (Récepteur), das Cylindergefäß „Entleerer“ (Evacuateur) genannt; beide sind am Boden durch ein Gußrohr verbunden. Der Zweck des Aufnehmers besteht nur in dem Zurückhalten fremder Körper, welche zufällig oder absichtlich den Weg in den Aborttrichter genommen haben (Geräte, Scheuerlappen, Besen oder solche Dinge, die dem Auge des Gesetzes entzogen werden sollen). Ein im Aufnehmer stehender Drahtkorb mit geringer Maschenweite, der durch einen Mechanismus in Drehung gesetzt werden kann, empfängt alle herabfallenden Massen, läßt aber nur die Flüssigkeiten und die eigentlichen Auswurfsstoffe durch. Diese Massen ergießen oder verteilen sich sofort in den auf gleicher Höhe nebenan stehenden Entleerer, welcher für gewöhnlich in seinem unteren konischen Teile durch eine Kautschukkugel gegen das Ableitungsrohr verschlossen ist. Die Kautschukkugel ist mit einem Schwimmer verbunden, der nach Erreichung eines gewissen Höhenstandes der Flüssigkeit das Kugelventil hebt, welches alsdann das luftverdünnte Abführungsrohr öffnet. In demselben Augenblick stürzt die Flüssigkeit unter dem Ueberdruck der äußeren Luft in das Rohr; der Schwimmer fällt dann sofort zurück, um die Oeffnung wieder zu verschließen, und die Fäkalmassen bewegen sich in dem pneumatischen Rohrnetze der Pumpstation zu. Diese Entleerung wiederholt sich selbstthätig so oft, als die Abfallstoffe die Schwimmlinie des Apparates erreichen; wenn zahlreiche Anschlüsse bestehen, ist die Expedition in dem Rohrnetze eine beständige. Da der Schwimmballon vor dem gänzlichen Schlusse einige pendelnde Auf- und Abwärtsbewegungen macht, außerdem die auf einem Eisenstifte lose sitzende Kautschukkugel drehbar ist, so geschieht auch die Spülung dieses Kugelventils nach den Pariser Erfahrungen selbstthätig, und der Schluß ist unter dem Drucke der Luft ein völlig dichter. Nur der Drahtkorb in dem Aufnehmer muß in längeren Zeitabschnitten revidiert werden, um die fremden Körper, für deren Zurückhaltung er bestimmt ist, zu entfernen; dies geschieht ohne viel Mühe nach vorheriger Oeffnung einer hermetisch verschraubten Thür an dem gußeisernen Würfelgefäß.

Es genügt eine Luftverdünnung von 15 cm Quecksilbersäule, um die Bewegung der Massen in Gang zu halten; indes ist die Luftverdünnung in der Regel größer und die Bewegung eine schnelle.

Zur Vervollständigung der Hauseinrichtung wird ein feines Aspirationsrohr von sehr geringer Weite empfohlen, welches das Innere des Abtrittstrichters mit dem pneumatischen Rohrnetze verbindet; die bei und gleich nach dem Sitzungsgeschäfte sich entwickelnden, zuweilen in den Kleidern mitgeführten Gase sollen hierdurch „sofort abgesaugt werden“.

Nach dem „Berichte der Gesundheits-Kommission der Stadt Utrecht“, übersetzt von Francis Liernur[2], sind mit dem Berlier-Systeme technisch und hygienisch sehr große Nachteile verbunden: „Der Metalldrahtkorb im Récepteur kann ein Herd für Ansteckung und Gefahr werden. Die flüssigen Fäkalien gehen durch das Drahtgitter hindurch, die gröberen Sachen aber bleiben zurück. Diese sind nun alles andere denn von den anklebenden Fäkalien befreit. Fäulnis und Gärung und ein Aufsteigen der Gase nach den Abtritten sind die Folgen. Endlich muß der Drahtkorb gereinigt werden, da die Reservoirs sonst ihre Aufgabe nicht erfüllen können. Die ekelhafte Vornahme dieser Reinigung geschieht durch Arbeiter, die sich selbst und Andere großen Gefahren

aussetzen. Obendrein muß dieselbe auf der Straße oder in dem um Récepteur und Evacuateur gebauten Kellerraum geschehen. Die widerliche Masse muß alsdann per Achse fortgebracht werden; sie ist wertlos und wird am besten verbrannt.

Ist Manches vom hygienischen Gesichtspunkte schon verwerflich, so leidet das Berlier-System auch an technischen Mängeln. Das System erfordert nämlich eine große Menge Wasser, und die Luftverdünnung muß sich — mangels der, beim Liernur-System vorhandenen, Straßenreservoire — über ein ausgedehntes Rohrleitungsnetz erstrecken und die Reibungswiderstände der Flüssigkeit überwinden. Die Strömungsgeschwindigkeit der Massen verringert sich daher mit der Entfernung von der Luftpumpe.

In der Nacht, wenn die Klosetts in der Regel nicht oder nur wenig benutzt werden, setzen sich die Stoffe im Récepteur ab, werden nicht entleert und können allmählich Verstopfungen verursachen.

Unzeitiges Niedergehen der Kautschukklappen macht das System im Betriebe umständlich und teuer."

Sind die Massen später an der Centralstation gesammelt, so beginnt, wie wir es beim Liernur-System gesehen haben, die Schwierigkeit, dieselben zu verwerten, resp. zu beseitigen.

Litteratur.

1. *Trennsysteme überhaupt betreffend.*

1. **Baumeister**, *Das Separatsystem der Städtereinigung, Vierteljschr. f. öff. Gesundheitspfl.*, 15. *Bd.*
2. **Baumeister**, *Städteerweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirtschaftlicher Beziehung*, 1876.
3. **Baumeister**, *Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung*, 1890.
4. *Le tout à l'égout; Rapport fait par la commission composée de Mr.* **A. Dévaux**, *Dr. en médécine, Inspect. général du service de santé civil et d'hygiène au ministère d'agriculture et de l'industrie et des travaux publics et de Mr.* **M. F. Putzeys**, *Dr. en méd., Professeur d'hygiène à l'Université de Liège*, 1889.
5) *Berichte über den internationalen Kongrefs für Hygiene u. Demographie zu Wien* 1887, *insbes. H. IV.*
6) *Berichte über die Allgem. Deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens zu Berlin* 1882/83, 3. *Bd.*, 1886.
7) **Mittermaier**, *Reinigung und Entwässerung von Heidelberg*, 1870.
8) *Cöln, Festschrift von Dr.* **Lent** *zur* 61. *Versammlung deutsch. Naturforscher u. Aerzte*, 1888.
9) **Köhn**, *Die Kanalisation von Charlottenburg, Vierteljschr. f. öff. Ges.*, 19. *Bd.*
10) **Staley** *and* **Pierson**, *The separate system, Newyork* 1886.
11) **Clark**, *The separate system of sewerage, Report of the State Board of Health of Massachusetts, Boston* 1881.
12) *Die systemat. Reinigung u. Entwässerung der Städte, Gesundheits-Ingenieur* 1881.
13) **Knauff**, *Ableitung des Regenwassers aus Städten, Gesundheits-Ingenieur* 1882.

2. *Betreffend das Liernur-System.*

1) **Erismann**, *Entfernung der Abfallstoffe, in Pettenkofer's Handb. d. Hyg. u. d Gewerbekrankh.* (1882) *II. Teil I. Abt.* 1. *Hälfte.*
2) **Lauriu**, *Das Liernur'sche System u. s. w., Prag* 1869.
3) *Dr.* **G. H. O. Volger**, *gen.* **Senckenberg**, *Die Schwemmsielfrage angesichts des Liernurschen Abfuhrverfahrens mit Saugsielen, Frankfurt a/M.* 1869.
4) **Glöckner**, *Die wirkliche Bedeutung der Versuche zur Einführung der pneumatischen Kanalisation zu Prag* (1869).
5) **Liernur**, *Ueber Strafsenreinigung in den Städten, Monatsbl. f. öff. Ges.* (1879) 2. *Bd.* 22.
6) **E. Heiden, A. Müller** *und* **K. v. Langsdorff**, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien* (1885), 184.

7) **R. Blasius**, *Bericht über den 5. internationalen Kongrefs für Gesundheitspflege in Prag, V. f. öff. Ges.* 17. *Bd.* 237 *ff.*
8) *Zeitschrift f. angew. Chemie* (1891) *No.* 10, 294.

Aufserdem sind folgende Schriften über das Liernur-System zu erwähnen:

a) Mehr oder weniger indifferent dem Systeme gegenüber.

9) **Knauff** *und* **Esser**, *Bericht über die zu Amsterdam und Leyden angestellten Versuche mit dem Liernur'schen Systeme, Viertelj. f. öff. Ges.* (1872) 4. *Bd.* 316.
10) **C. Wallis**, *Liernur's Differenseringssystem och frågan am städers renhaltning, Stockholm* 1877 (*nach Virchow-Hirsch, Jahresber.* (1878), 503 *eine kritische Darstellung des Liernur'schen Systems etc.*).
11) **L. Mitgau**, *Bericht über die in Berlin, Amsterdam etc. eingeführten Systeme der Städtereinigung, Braunschweig* 1880.
12) **H. Eulenberg**, *Gutachten der Kgl. wissenschaftl. Deputation, betr. das Liernur'sche Reinigungsverfahren in Städten, Vierteljschr. f. ger. Med. u. öff. San.-W.* (1884) *XL. Supplementheft.*

b) Für das Liernur-System.

1) *Arch. f. rat. Städteentwässerung, herausgegeben von* **Ch. T. Liernur** (1891) 7. *Heft*, 201.
2) **F. C. Krepp**, *The Sewage Question, London* 1867.
3) **Pieper**, *Ingenieur, „Schwemmkanäle oder Abfuhr", Dresden, Bach.*, 1869.
4) *Die Einführung des pneumatischen Kanalisationssystems zu Prag und deren Resultate, Techn. Bl., V. d. d. Ingen.- u. Arch.-Ver. in Böhmen* (1869) *I.* 1. *Heft.*
5) **Fr. Gesellius**, *Kanalisation oder Abfuhr, vom Standpunkte der Parasitentheorie für St. Petersburg, St. Petersburg, A. Münx*, 1869. (*NB. Kritisch widerlegt von* **Wasserfuhr**, *Viertelj. f. öff. Ges.* 1. *Bd.* 204.)
6) **Ch. T. Liernur**, *Die Einführung des pneumatischen Kanalisationssystems in Prag, V. d. d. Ing.- u. Arch.-Ver. in Böhmen, I. Jahrg.*, 1. *Heft.*
7) **R. Virchow**, *Kanalisation oder Abfuhr, Berlin* 1869.
8) *Kanalisation und Abfuhr mit besonderer Beziehung auf Leipzig, vom Sanitätsausschufs des ärztl. Zweigvereins in Leipzig, Leipzig* 1869 (*kritisch widerlegt von* **Wasserfuhr**, *Viertelj. f. öff. Ges.* 1. *Bd.* 270).
9) **Ch. T. Liernur**, *Offener Brief an die Teilnehmer der* 42. *Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Dresden* 1888, *Prag* 1869.
10) **G. Zehfufs**, *Die pneumatische Kanalisation beleuchtet mit Rücksicht auf Gesundheitspflege, Land- und Forstwirtschaft, I. Abt. Frankfurt* 1869.
11) **Fr. Thon**, *Gesundheit und Agrikultur oder die Lösung der Latrinenfrage u. s. w., Cassel und Göttingen* 1869.
12) **Ewich**, *Die Städtereinigungssysteme in Bezug auf Gesundheitspflege, Ackerbau, Nationalökonomie und Rentabilität, Monatsschr. f. med. Stat. u. öff. Gesundheitspfl.* (1869) *No.* 7.
13) **Ch. T. Liernur**, *Die pneumatische Kanalisation und ihre Gegner, Frankfurt a/M.* 1870.
14) **Ch. T. Liernur**, *Die Ueberrieselungsfrage und Prof. Dünckelberg in Wiesbaden, Frankfurt a/M., Boselli* 1870.
15) **Ch. T. Liernur**, *Beantwortung der im Schreiben des Magistrats vom* 1./3. 1871 *vorgelegten Fragen betreffend das Kanalisationsprojekt in Berlin, Berlin* 1871.
16) **Esser**, *Gutachten über das Liernur'sche System (für Heidelberg), V. f. öff. Ges.* (1872) 4. *Bd.* 320.
17) **Schröder** *und* **Lorent**, *Bericht über die vom Capitain Liernur in Amsterdam ausgeführten Einrichtungen für Entfernung der Fäkalstoffe (für Bremen), V. f. öff. Ges.* (1872) 4. *Bd.* 486.
18) **Ch. T. Liernur**, *Die pneumatische Kanalisation in der Praxis, Frankfurt a/M.* 1873.
19) **Adam Scott**, *Darlegung und Kritik des Liernur'schen Städtereinigungssystems, Sanitary Record*, 21. *Nov.* 1874.
20) **Reinhard** *und* **Merbach**, *Amtlicher Bericht über die auf einer Reise nach Holland inbetreff des Liernur'sehen pneumatischen Systems daselbst gesammelten Erfahrungen, Vierteljschr. f. ger. Med. u. öff. Sanitätsw.* (1875) *N. F.* 23. *Bd.* 189.
21) **Ch. T. Liernur**, *Ueber die Kanalisation von Städten auf getrenntem Wege, im Vergleiche mit dem Schwemmsystem, Vortrag, gehalten in Bern am* 11. *Jan.* 1876, *Zürich, Meyer und Zeller*, 1876.
22) **A. Reuss**, *Offizielle Berichte von Staats- und Stadtbehörden über das Liernur'sche Kanalisationssystem, Heilbronn* 1877.
23) **E. Bochmann**, *Die Reinigung und Entwässerung der Städte, Riga, W. F. Häcker*, 1877, 35 *ff.*
24) *Verhandlungen des Internationalen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft. I. Versammlung* 1877 *in Köln, Berlin*

und Leipzig 1878. — *II. Versammlung* 1878 *in Cassel*, *Frankfurt a/M.* 1880. — *III. Versammlung in Baden-Baden* 1879, *Frankfurt a/M.* 1881. — *IV. Versammlung in Mainz* 1880, *Frankfurt a/M.* 1881.

25) **Ch. T. Liernur**, *Ueber die Städtereinigung, Allg. Wiener med. Zeit* (1878) *No.* 40—44 *u.* 47.

26) **Ch. T. Liernur**, *Vortrag über Städtereinigungssysteme gelegentlich der XX. Wanderversammlung bayrischer Landwirte zu Bayreuth am* 4./6. 1878, *Berlin u. Leipzig* 1878.

27) **Ch. T. Liernur**, *Die Verunreinigung deutscher Flüsse, Berlin u. Leipzig* 1878.

28) **Ch. T. Liernur**, *Vortrag über „Städtereinigung" auf der* 5. *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Cassel* (*Hyg. Sekt.*), *V. f. öff. G.* (1879) 11. *Bd.* 295.

29) **C. T. Liernur**, *Ueber das Kanalisieren von Städten auf getrenntem Wege, Vortrag, gehalten in Frankfurt a/M. am* 24. *Juli* 1879, *Frankfurt a/M.*, 1879.

30) **v. Oberbeck de Meyer**, *Les systèmes d' évacuation des eaux et immondices d'une ville, Paris, G. Masson*, 1880.

31) **A. Schultz**, *Anhaltspunkte zur Beurteilung der Kanalisationsfrage in Berlin, Berlin, Wiegandt, Hempel und Parey*, 1880.

32) *Die Schwemmkanalisation vor den Berliner Stadtverordneten am* 14. *Oktober* 1880, *eine historisch-kritische Studie, Dresden* 1881.

33) **Ch. T. Liernur**, *Zur Prüfung der Kanalisation auf getrenntem Wege seitens der Münchener Kommission.*

34) **Palasciano**, *Vortrag über das Liernur'sche System der Städtereinigung in der hygienischen Sektion des VI. intern. mediz. Kongresses der medizinischen Wissenschaften zu Amsterdam, Referat darüber in V. f. öff. G.* (1880) 12. *Bd.* 487.

35) **A. Schultz**, *Zur Städtereinigungsfrage, eine Studie mit besonderer Rücksicht von Berlin*, 1881.

36) **Ch. T. Liernur**, *Beantwortung der Fragen der Königl. preufsischen wissenschaftl Deputation vom* 11. *Jan.* 1882 *inbetreff der Kanalisation auf getrenntem Wege* (*Differenzier-System*) (*als Manuskript für Privatgebrauch gedruckt*).

37) *The Liernur-Sewerage-System judged by Hawksley, Power, Sibson, Southern, Eulenberg, Alexander Müller and the Royal Ministers of the Kingdom of Prussia, Amsterdam* 1883, 28 *ff. Uebersetzt ins Deutsche in Prager med. Wochschr.* 1883 *No.* 33 *von Dr.* **T. Bulova.**

38) **Ch. T. Liernur**, *Archiv f. ration. Städteentwässerung, Heft* 1 (1884) — *Heft* 9 (1891).

39) **R. Braungart**, *Der gegenwärtige Standpunkt der Städtereinigungsfrage und die Einführung des Schwemmkanalisations-Systems in München, Freising, Dalterer*, 1890.

40) **Bornemann**, *Das Liernur-System, Berlin* 1892.

c) *Gegen das Liernur-System.*

1) **Hobrecht**, *Das Liernur'sche System und seine Anwendung in Prag, Viertelj. f. öff. G.* (1869) 1. *Bd.* 552.

2) *Urteile über Versuche mit dem sogen. Liernur'schen Systeme in Hanau, V. f. öff. G.* (1871) 3. *Bd.* 312.

3) **Knauff**, *Gutachten über das Liernur'sche System* (*für Heidelberg*), *Viertelj. f. öff. G.* (1872) 4. *Bd.* 323.

4) *Liernur's System in Amsterdam, redaktionelle Mitteilung einer Notiz von* **Gosi** *in Amsterdam, in Medical Times and Gazette vom* 8./3. 1873, *Viertelj. f. öff. G.* 6. *Bd.* 163.

5) *Das Liernur'sche System für Stuttgart empfohlen; Für und Wider. Obermedizinalrat Reufs und die Schwäbische Chronik, Viertelj. f. öff. G.* (1873) 5. *Bd.* 147.

6) **R. Virchow**, *Reinigung und Entwässerung Berlins, Generalbericht, Berlin* 1873, 89 *ff.*

7) **G. Varrentrapp**, *Das Liernur'sche System und seine neuen offiziellen Beurteiler, Viertelj. f. öff. G.* (1877) 9. *Bd.* 593.

8) **W. Gunning** *in Amsterdam, Vortrag über das Liernur-System auf der* 51. *Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Cassel, Referat darüber in Viertelj. f. öff. G.* (1879) 11. *Bd.* 302.

9) **H. Marggraff**. *Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr, München* 1879.

10) *Reisebericht der Münchener Kommission über die Besichtigung der Kanalisations- und Berieselungs-Anlagen in Frankfurt a/M., Berlin, Danzig und Breslau, sowie der Liernur-Anlagen in Amsterdam, Leyden und Dordrecht.*

11) **L. Mitgau**, *Liernur's System der Städtereinigung, Braunschweig* 1879.

12) **J. Soyka**, *Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände, München* 1880.

13) **Virchow**, *Ueber die Verwendung der städtischen Unreinigkeiten, Referat auf der X. Versammlung d. D. V. f. öff. G. in Berlin* 1883, *Viertelj. f. öff. G.* (1883) 15. *Bd* 584.

14) **J. Kaftan**, *Der gegenwärtige Stand der Fäkalienabfuhr nach dem Differenziersystem, Viertelj. f. öff. G.* (1885) 17. *Bd.* 407.

15) **Ladislas Hajnis**, *Historisch-kritische Studien über das Liernur-System, mit besonderer Berücksichtigung des Entwässerungssystems mittels Injektoren*; *übersetzt aus dem Böhmischen, Prag* 1886.

3. *Betreffend das System Berlier.*

1) **Berlier**, *Sur l'évacuation des vidanges; Bullet. Soc. médicale publique*, 1882.
2) *Rapport summaire suivant le système des vidanges* **Berlier**, *in den Travaux de la commission de l'assainissement de Paris*, 1883.
3) **J. Stübben**, *Ein neues System der Beseitigung der menschlichen Abfallstoffe aus de Städten* (*System Berlier*), *Centralbl. f. allg. Ges.* (1883) 2. *Bd.* 1.
4) *Bericht der Gesundheitskommission der Stadt Utrecht*, *aus dem Holländischen übersetzt von* **Francis Liernur**, *Arch. f. rat. Städteentwässerung von Ch. T. Liernur* (1890) 6. *Heft* 1.
5) **E. O. Schubarth**, *Berlier's pneumatisches System, ein Beitrag zur Städtereinigungsfrage, Berlin, A. Seydel*, 1883.
6) **Heiden, Müller** *u.* **von Langsdorff**, *Die Verwertung der städtischen Fäkalien, Hannover* 1885 173 *ff.* — **Oberbeck de Meyer** *in Ann. d'Hyg.* 1882 *No.* 8 178. — *Derselbe in Les systèmes d'évacuation etc.* 99. — **Ch. T. Liernur** *in Rationelle Städteentwässerung*, 182. **E. Ferrand**, *Vidanges et égouts, Lyon méd.* 1886.

4. *Betreffend das System Shone.*

1) *Sheme intended for Stansty etc. with exposal for sewering the same on Isaac Shones sewerage system, London* 1880.
2) **Knauff**, *Die Mängel der Schwemmkanalisation gegenüber dem Shone-System*, 1883.
3) **Knauff**, *Entwurf zur Kanalisation der Stadt Potsdam*, 1885.

5. *Betreffend das System Shone.*

1) **Waring**, *The sewerage of Memphis, in den Transactions of the Sanitary Inst. of Great Britain*, 1880, *und in den Transact. of the Americ. Society of Civilengineers*, 1881.
2) **Waring**, *Entwässerung von Stadt und Land, Neuport* 1889.
3) **Pontzen**, *Première application à Paris de l'assainissement suivant le système Waring.*

VI. Tiefenlage der Kanäle.

Die Tiefenlage der Kanäle wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflußt, welche im folgenden der Reihe nach geschildert werden.

1. Frostsicherheit.

Eine Anforderung, der unter allen Umständen zu genügen ist, besteht darin, daß die Frostgefahr ausgeschlossen sei. Da aber den häuslichen Abwassern auch größere Mengen höher temperierten Wassers zufließen, ist diese Gefahr im allgemeinen gering, jedoch dadurch etwas vergrößert, daß die Wassergeschwindigkeit in den Kanälen nur klein ist. Erfahrungsmäßig genügt schon etwa 1,0 m Tiefe der Kanalsohle, um die Frostgefahr da auszuschließen, wo die Mindesttemperatur im Winter nicht unter — 15° C sinkt; doch kommen leicht Ausnahmen vor. Dichte Lagerung des Bodens (also auch der überpflasterte Straßengrund) leitet die Wärme stärker als Boden mit großem Porenvolumen; auch freie, dem Luftzuge ausgesetzte Lage der Straßen kann die Abkühlung des Bodens sehr befördern. Im allgemeinen werden daher Kanäle größere als die oben angegebene Tiefenlage bedürfen. Einfrieren findet auch um so leichter statt, je geringer die Wasserführung der Kanäle, also auch je kleiner der Querschnitt derselben ist. Daher müssen sowohl größere Kanäle, die zu Zeiten nur wenig Wasser führen, aber große Luftmengen

enthalten, als auch enge Rohrkanäle größere Tiefenlage erhalten als Kanäle mittlerer Profile, wenn diese dauernd einigermaßen wasserreich sind.

Frostgefahr ergiebt sich für Kanäle ferner daraus, daß beim Schneeschmelzen plötzlich große Mengen kalten Wassers und mit ihnen auch beträchtliche Luftmengen von niederer Temperatur Zutritt erlangen. Da aus Verkehrsrücksichten die Straßeneinlässe keine Sperrung vertragen, muß die Tiefenlage der Kanäle groß genug sein, daß selbst bei Zutritt großer Mengen von stark abgekühltem Wasser dem Kanalwasser eine um einige Grad über Null liegende Temperatur erhalten bleibt*).

2. Rücksichten auf sonstige unterirdische Leitungen.

Der Untergrund städtischer Straßen hat in neuerer Zeit eine ganze Anzahl von Leitungen (für Wasser, Gas, Elektrizität, Druckluft u. s. w.) aufzunehmen, die mit ihren zu den anliegenden Grundstücken führenden Verbindungen für die Tiefenlage des Kanalnetzes bestimmend werden können. Bei der Tiefenlage jener anderen Leitungen ist fast nur die Rücksicht auf Frostfreiheit, aber auch diese zuweilen nicht maßgebend, auch die Bodengestalt insofern von keinem Einfluß, als jene Leitungen nicht mit genau geordnetem Gefälle verlegt zu werden brauchen, sondern dem Oberflächengefälle meist zwanglos folgen können.

Anders die Kanalisationsleitungen, für welche ein geeignetes Gefälle Hauptsache ist und bei denen dieses Gefälle durch die Oberflächenbeschaffenheit wesentlich bestimmt ist (vergl. unter VIII, IX und X). Daher werden bei Kanalisationen leicht große Schwierigkeiten entstehen, sobald man in derjenigen Höhenzone des Untergrundes, in welcher die übrigen Leitungen liegen (bis etwa 2 m), sich hält; verwickelte Anlagen, Umänderungen bestehender anderweiter Leitungen u. s. w., Differenzen mit den Eigentümern und im allgemeinen Schädigung fast aller Leitungen ist die Folge davon. Das kann dahin führen, für die Kanalisationsleitungen eine tiefere Höhenzone des Grundes aufzusuchen, als jene, in welcher die fremden Leitungen sich halten.

3. Tiefenlage der Kellersohlen.

Die Sohlen möglichst aller Keller einer Stadt sollen unmittelbar entwässerungsfähig sein, und es darf von dieser Forderung nur hinsichtlich einer kleinen Anzahl besonders tief liegender Keller, deren Berücksichtigung die Kosten der Entwässerungsanlage unverhältnismäßig erhöhen würde, abgesehen werden; diese zu tief liegenden Keller sind auf die Anbringung von Ausgußbecken in entsprechender Höhe über der Sohle anzuweisen. Dafür, daß den,

*) Diese Forderung ist aufrecht zu erhalten auch gegenüber dem in einzelnen Städten üblichen Verfahren, des Schnees von den Strafsen sich durch Einräumen in die Kanäle zu entledigen; dasselbe kann nur da ausnahmsweise als zulässig erachtet werden, wo die Kanalwasser durch Zuleitung grofser Mengen stärker erwärmter Wasser (Kondensationswasser) hoch temperiert und gleichzeitig die Kanalquerschnitte sehr grofse sind. Besser ist jedenfalls die Einrichtung, zur Seite der Kanäle besondere Schneekammern anzulegen und diese so mit dem Kanal zu verbinden, dafs Wasser aus dem letzteren durchgeleitet werden kann. Für Städte in südlichen Klimaten mit allgemein höherer Temperatur der Abwasser und nur gelegentlichen, geringen Schneefällen gelten vorstehende Bemerkungen nicht. Vergl. Richter, dieses Handbuch, Bd. I, Abt. 2, S. 176 unten.

aus älterer Zeit stammenden zu tief liegenden Kellern später nicht noch weitere hinzutreten, ist auf dem Wege der Polizeiverordnung, welche die tiefste Lage der Keller begrenzt, zu sorgen.

4. Einfluß der Straßenbreite.

Beinahe ebenso bestimmend für die Tiefenlage der Kanäle wie die Tiefenlage der Kellersohlen ist die Straßenbreite aus dem Grunde, daß die Anschlußleitungen der Grundstücke, um gesicherte Vorflut zu erhalten, ein relatives Gefälle $\frac{h}{l} = 0{,}01 - 0{,}02$ bedürfen. Je länger die Strecke l vom letzten Ausguß oder Einlauf auf dem Grundstücke bis zum Straßenkanal, um so größer muß das erforderliche absolute Gefälle h sein. Danach wird in breiten Straßen mit nach der Hinterseite tief ausgedehnten Grundstücken der Fall oft vorkommen, daß letztere nicht gut entwässert werden können, wenn der Straßenkanal bloß die zur Frostfreiheit erforderliche Tiefenlage erhielte. Um nicht gezwungen zu sein, über diese Tiefe hinauszugehen, legt man statt eines einzigen Kanals in der Straßenmitte oft zwei, je einen zu beiden Seiten, an. — Zwei Kanäle in der Straße können übrigens leicht auch vorteilhafter sein als nur einer, da der Querschnitt jedes der beiden Kanäle nur die Hälfte des Querschnitts des einen Kanals zu betragen braucht, während die Anschlußleitungen der Grundstücke dabei mehr oder weniger beträchtlich kürzer werden. Dazu tritt häufig der weitere Vorteil, daß bei zwei Kanälen Kreuzungen der Hausanschlüsse mit anderen Leitungen vermieden werden, endlich daß das Kanalnetz an Raschheit in der Aufnahmefähigkeit der Regenwasser gewinnt. Denn wenn zwischen den zwei Kanälen einzelne Verbindungsstränge gelegt werden, so kann zwischen den Wasserführungen der beiden Kanäle ein Ausgleich stattfinden und dabei die Leistungsfähigkeit des Netzes unter Umständen bedeutend gewinnen. Dies gilt natürlich in noch viel höherem Maße, wenn jeder der beiden Kanäle diejenige Größe erhält, um für sich allein die Regenwasser aufnehmen zu können.

Zwei Kanäle in einer Straße anzuordnen, kann zuweilen auch in schmalen Straßen zweckmäßig sein, wenn nämlich der für die Wasserführung ausreichend bemessene Hauptkanal eine bedeutende Tiefenlage erhält. Hier ordnet man in normaler Tiefenlage einen Nebenkanal an, der die Grundstücksanschlüsse aufnimmt und am unteren Ende mit dem Hauptkanal in Verbindung gesetzt wird. Wollte man alle Grundstücke an den Hauptkanal unmittelbar anschließen, so würden die Kosten diejenigen des Nebenkanals übersteigen. Außerdem würden, wenn die Anschlüsse nicht gleichzeitig, sondern nach und nach erfolgen, häufig sich wiederholende Verkehrsbelästigungen entstehen.

5. Spezielle gesundheitliche Rücksichten.

Erst nachdem den Rücksichten auf Frostsicherheit und Entwässerungsfähigkeit der Grundstücke genügt ist, treten die speziellen gesundheitlichen Anforderungen bezüglich der Tiefenlage der Kanäle in ihr Recht. Dieselben knüpfen an drei Punkte an: Die Tiefenlage soll so beschaffen sein, daß: a) die angeschlossenen Häuser trocken gelegt, b) auch die Gefahr gelegent-

licher Kellerüberflutungen ausgeschlossen ist, und c) die Beschaffenheit der Kanalluft nicht ungünstig beeinflußt wird.

a) Allgemeine Beziehungen der Kanalisation zu Grundwasser- und Boden-Verunreinigungen.

An dieser Stelle handelt es sich ausschließlich um Verbindungen, welche zwischen den in den Kanälen fließenden Abwassern und dem außerhalb derselben befindlichen Grundwasser bei entsprechend hoher Lage desselben bestehen können. Es ist für diesen Zweck zwischen gelegentlich eintretenden Spiegelerhebungen und dauernd hohen Grundwasserständen zu unterscheiden. Während seltener vorkommenden Spiegelerhebungen ein Einfluß auf die Tiefenlage des Kanalnetzes nicht immer eingeräumt zu werden braucht, kommt dauernd hohen Grundwasserständen dabei ein bestimmender Einfluß zu, sowohl wegen der sehr bedeutenden Erhöhung der Baukosten, als auch weil beim Bau unter Grundwasserspiegel eine Garantie für ausreichende Qualität des Bauwerks — namentlich für Dichtheit der Kanalwände — kaum geleistet werden kann. Man wird daher auf das einigermaßen tiefe Hineingeraten ins Grundwasser sich nur im Notfalle einlassen dürfen.

Auch nur gelegentlich hohe Grundwasserstände, wie sie z. B. in Uferterrains beim Ansteigen des Flußspiegels sich ergeben, können von Bedeutung für die Tiefenlage des ganzen Kanalnetzes sein, wenn es etwa notwendig ist, in den in der Nähe des Ufers liegenden Kanalstrecken immerwährend einen gewissen konstanten Füllungszustand zu erhalten. Bei heftigen Wechseln desselben würden die betr. Kanalstrecken unter äußeren Ueberdruck zu stehen kommen, der denselben bei entsprechender Größe eventuell gefährlich werden könnte.

Die gesundheitlichen Vorteile, welche ein möglichst schwankungsfreier Grundwasserspiegel besitzt, sind in früherer Zeit in einzelnen Fällen Anlaß gewesen, Kanalisationsanlagen für die Regelung des Grundwasserspiegels nebenher in der besonderen Weise nutzbar zu machen, daß man in der Kanalwand Oeffnungen (offene Stoßfugen in gemauerten, offene Muffen in Rohr-Kanälen) beließ, durch die in Zeiten hoher Spiegelstände das Grundwasser seinen Weg in die Kanäle fand. Vielfach hat sich derselbe Effekt auf gleiche Weise unbeabsichtigt bloß als Folge mangelhafter Bauweise ergeben. Die freiwillige Aufnahme dauernd fließenden Grundwassers war wohl immer ausgeschlossen.

Nachdem erkannt war, daß derartige Anlagen dem Hauptzwecke der Kanalisation, der Reinhaltung des Bodens direkt zuwiderlaufen, indem zu Zeiten das schmutzige Kanalwasser seinen Weg durch die Kanalwand in das umgebende Erdreich hinein nimmt, hat man sich in der Folgezeit bestrebt, die Kanalwandungen möglichst wasserundurchlässig herzustellen. In manchen Fällen wird diese Absicht von vornherein erreicht, in anderen hat sich die Dichtigkeit nachträglich von selbst ergeben.

Keines von den für Kanalisationszweche gewöhnlich zur Anwendung kommenden Baumaterialien ist im strengen Sinne des Worts wasserdicht; namentlich sind natürliche Steine, Ziegel, Mörtel und Beton in der Regel durchlässig. Jedenfalls kommen in jeder Leitung unver-

meidbar einzelne Stellen vor, an denen geringe Wassermengen ihren Weg von außen nach innen oder umgekehrt nehmen können. Auch Mauerüberzüge (Putz) aus hydraulischem Mörtel gewähren dagegen keine vollkommene Sicherheit, oft nicht einmal eine leidliche, weil die Verhältnisse, unter denen der Putz hergestellt werden muß, dem Gelingen des Werkes meist besondere Schwierigkeiten entgegenstellen. Gefährliche Stellen sind namentlich solche, wo die Enden einzelner Teile aneinander stoßen, zwei Leitungen miteinander verbunden sind, wo Leitungen von Einsteigeschächten unterbrochen werden; immer sind solche Punkte sogenannte schwache Teile der Anlage. Bei glasierten Thonröhren ist bei der Länge der Schüsse die Zahl solcher Punkte am größten, bei Betonröhren etwas weniger groß. Während aber die aus dem Bestehen von schwachen Punkten herrührende Gefahr: daß zwischen Außen und Innen der Kanäle gröbere Verbindungen bestehen, durch peinlichste Sorgfalt bei der Ausführung, praktisch genommen, auf Null vermindert werden kann, ist die Forderung, Undurchlässigkeit der Materialien, unerfüllbar.

Es fragt sich aber, ob dadurch der Zweck der Kanalisation eine nennenswerte Beeinträchtigung erleiden kann, d. h. ob nicht nur größere Mengen von Grundwasser in den Kanal hinein Eintritt gewinnen, sondern auch, umgekehrt, Schmutzwassermengen, durch die Kanalwand hindurch, in einiger Menge an das Grundwasser abgegeben werden können? Die Erfahrung zeigt, daß sich in Kanälen auf glatter Wand ein mehr oder weniger dicker Ueberzug bildet, dem man den Namen „Sielhaut" gegeben hat. Diese Sielhaut, welche aus fettigen, seifenartigen und schleimigen Stoffen besteht, hebt die Wasserdurchlässigkeit der Kanalwand im praktischen Sinne auf. Sollte sie aber dazu etwa nicht völlig genügend sein, so kommt ihr ein anderer Faktor, die Osmose zu Hilfe: Wenn an der Außenseite der Kanalwand Feuchtigkeit (Grundwasser) vorhanden ist, „schwitzt" dieselbe nach innen durch, und wenn diese Feuchtigkeit die Form von dauerndem Grundwasser hat und der Außenspiegel höher als der Innenspiegel steht, so wird der Durchtritt wesentlich stärker sein. Besonders auffällig wird die Erscheinung an zahlreichen kalkigen Ausschwitzungen, welche in der Form von herabgelaufenen weißen Strömen in einem gemauerten Kanale sich bald nach der Herstellung zu zeigen pflegen. Gesundheitliche Bedeutung besitzt der Vorgang nicht, wogegen der umgekehrte Verlauf desselben, infolge Wirkung der Exosmose, allerdings von Bedeutung sein würde. Eine solche Umkehrung findet aber kaum statt, wie sowohl durch theoretische Anschauung als durch praktische Erfahrung erwiesen ist. Das Wasser in den Kanälen ist ständig in Bewegung und während hierdurch die Wirkung der Endosmose gesteigert wird, erfährt die Exosmose eine Abschwächung bis zum vollständigen Erlöschen. — Dieselbe ist um so größer, je poröser die Kanalwand, und es könnte daher sogar vorteilhaft erscheinen, als Baumaterialien solche von möglichst hoher Porosität zu verwenden, wenn dem nicht entgegenstände, daß zu Zeiten von Hochwassern in den Kanälen innerer, zu Zeiten von Niedrigwassern äußerer Ueberdruck sich ergiebt, oder doch ergeben könnte. Nur deshalb ist es notwendig auf gesteigerte Wirkung der Osmose mittels Porosität der Kanalwände zu verzichten und möglichste Wasserundurchlässigkeit derselben anzustreben. Es ist daher beim Bau der Kanäle überall auf guten Fugenschluß (volle Fugen) zu halten und beim Verfüllen der Baugruben große Sorgfalt aufzuwenden, daß nicht Hohlräume hinter

der Kanalwand bestehen bleiben, welche zu nachträglichen Bodensenkungen Anlaß geben, durch welche Mauerfugen sich öffnen oder Risse in denselben entstehen können.

Die praktische Bedeutungslosigkeit der Exosmose mit Bezug auf Bodenverunreinigung ist durch Beobachtungen v. Pettenkofer's, Wolffhügel's und v. Fodor's ausreichend erwiesen. Besonders sind es Untersuchungen Feichtinger's und Wolffhügel's an Münchener Kanälen, die der früher oft ausgesprochenen Befürchtung solcher Bodenverunreinigungen, sogar mit Bezug auf weniger sorgfältige Bauweise als die, welche heute allgemein üblich ist, ein Ende gemacht haben.

Die Durchlässigkeit der Kanalwände nimmt mit zunehmendem Alter der Kanäle ab; sie hat (nach v. Fodor), wenn die Kanäle in Boden liegen, der schwer durchlässig für Wasser ist, überhaupt keine Bedeutung.

b) Selbstthätige Senkung des Grundwasserspiegels.

Zahlreiche Erfahrungen beweisen, daß die Ausführung einer Kanalisation, wenn die Kanäle in das Grundwasser hineinreichen, regelmäßig eine gewisse Senkung des Grundwasserspiegels nach sich zieht. Die Erklärung liegt nahe genug: Zunächst wird dem Boden derjenige Anteil von Regenwasser, welcher in den Kanälen zum Abfluß gelangt, vorenthalten, und sodann wird durch die mit Sohlengefälle hergestellten zahlreichen Einschnitte in den Boden, in welche die Leitungen eingebettet werden, dem einsickernden Wasser (wie auch dem bereits im Boden vorhandenen) die Vorflut erleichtert, indem der in die Baugruben eingeschüttete Boden die dichte Lagerung des sogen. gewachsenen kaum wiedererlangt. Das Grundwasser bahnt sich den Weg durch den lockeren Boden an den Seiten der mit Gefälle verlegten Kanäle entlang und behält diesen Weg dauernd bei, auch wenn die Lagerung des Bodens nach und nach wieder dichter wird.

c) Künstliche Senkung des Grundwasserspiegels.

Die vorstehend betrachtete „selbstthätige“ Spiegelsenkung des Grundwassers, welche immer in mäßigen Grenzen bleibt, kann durch besondere Vorkehrungen u. s. w. leicht vergrößert werden.

Ein sehr einfaches Mittel besteht darin, daß man am Umfange der Kanäle statt des ausgehobenen Bodens (mit geringen Porenvolumen) stark porösen Boden wieder einfüllt.

Wo man gemauerte Kanäle zwischen Spundwänden baut, behält das Grundwasser zu beiden Seiten der Spundwände relativ bequeme Wege, selbst wenn die Außenseite des Mauerwerks nahe an die Innenseite der Spundwände herantritt. Im Interesse der Güte der Ausführung sollten aber zwischen Mauerwerk und Kanalwand einigermaßen breite Schlitze belassen werden, welche während des Baues dem Grundwasser den Weg öffnen insbesondere aber lokale Anstauungen verhindern, bei denen das noch frische Mauerwerk unter Druck gerät und dann leicht bedeutenden Schaden an seiner Dichtigkeit und Festigkeit nimmt.

Anderweit werden zur Ableitung von Grundwasser unter der Sohle der Kanäle Röhren oder Drains mit offenen Stoßfugen verlegt oder auch im Sohlenmauerwerk selbst eine oder mehrere Oeffnungen ausgespart, zu denen man dem Grundwasser an zahlreichen Stellen

seitlich Zutritt verschafft. Am besten erfüllen diesen Zweck aber sogen. Sohlstücke aus gebranntem Thon, die jedoch wegen ihrer Kostspieligkeit meist durch billigere, aus Beton geformte, event. auch aus mehreren Backsteinschichten gemauerte ersetzt werden. Die nebenstehende Fig. 5 zeigt einen Kanal mit Sohlstück aus gebranntem Thon. Die in dem Abschnitt „Kanalprofile" weiterhin folgenden Abbildungen stellen gleichartige, aber etwas anders durchgebildete Einrichtungen für denselben Zweck dar. — Die Benutzung von hohlen Sohlstücken bringt den wichtigen Nebenvorteil mit sich, daß sie den Bau der Kanäle erleichtert, indem durch dieselben die erforderliche Vorflut für das in den Baugruben sich sammelnde Wasser geschaffen wird. Ein Mangel der Sohlstücke aus gebranntem Thon ist, daß sie in beweglichem Boden leicht brechen.

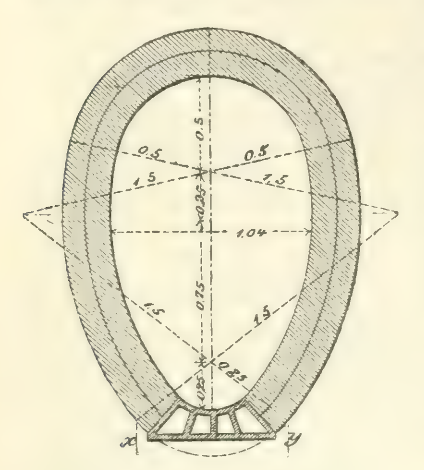


Fig. 5. Kanal mit Sohlstück.

Gleichartige Einrichtungen, wie sie hier für große Kanäle beschrieben sind, lassen sich auch bei Rohrkanälen treffen.

Weitergehende Senkungen des Grundwasserspiegels als die bisher betrachteten können nur durch regelrechte Drainagen erzielt werden, die bisher aber wohl selten angewendet worden sind. Liernur hat dieselben früher zuweilen als ergänzenden Teil zu seinem Trennsystem in Vorschlag gebracht, aber, so viel bekannt, niemals ausgeführt.

Wenn Kellersohlen der Gefahr unterstehen, zu Zeiten hoch angestiegenen Grundwassers überschwemmt zu werden, ist es — ebenso wie bei dauernder Feuchtigkeit derselben — angezeigt, im Keller kleine Gruben mit unbefestigter Sohle anzulegen, in denen sich das Grundwasser sammelt und aus denen es zeitweilig entfernt wird, oder die im Falle der Möglichkeit einen besonderen Röhrenabfluß nach dem Straßenkanal erhalten. Diese Abschlußvorrichtungen müssen Wasserschlüsse erhalten.

Dauernd unter einem gewissen Druck des Grundwassers stehende Kellersohlen werden am sichersten in der Weise trocken gehalten, daß am ganzen Umfange des Gebäudes in etwas tieferer Lage als die Oberfläche der Kellersohle eine Packung oder Schüttung aus natürlichen Steinen oder Ziegelsteinen eingebracht wird, in die man event. eine Drainsleitung verlegt, die zu einem Recipienten (Brunnen) hinführt, in welchem dauernd ein entsprechend niedriger Wasserstand auf natürliche oder künstliche Weise erhalten wird.

d) Sicherheit gegen Kellerüberschwemmungen.

Die Sicherheit vor gelegentlichen Kellerüberflutungen durch rücktretendes Kanalwasser ist nur teilweise von der Tiefenlage der Kanäle abhängig, in höherem Maße sogar von der Aufnahmefähigkeit der Kanäle und den speziellen Einrichtungen der Hausentwässerungsanlage, worüber unter IX. und XVII. weiterhin zu vergleichen ist.

e) Beziehungen der Tiefenlage der Kanäle zur Beschaffenheit der Kanalluft.

Verschlechterungen der Kanalluft müssen schon im Reinlichkeitsinteresse vermieden werden, auch wenn man nicht geneigt ist, der sog. Kanallufttheorie eine besondere gesundheitliche Bedeutung beizulegen. Die Einrichtungen der Kanalisation müssen von dem Streben beherrscht sein, der Fäulnis der Abwasser möglichst entgegenzuwirken. Dabei spricht die Tiefenlage der Kanäle insofern mit, als von ihr die Temperaturhöhe der in den Kanälen sich bewegenden Wasser (bezw. der Wechsel derselben) und auch der Luftwechsel in den Kanälen in gewissem Umfange bedingt sind. Gleichmäßige und niedrige Temperatur in den Kanälen wird fäulnisverzögernd, wechselnde und hohe Temperatur fäulnisbefördernd wirken. Da aber mit der Tiefenlage der Kanäle die Temperaturschwankungen stark abnehmen, müßte der tieferen Lage der Kanäle vor der flacheren der Vorzug beigelegt werden. Andererseits ist mit der Einschränkung des Temperaturwechsels der Kanalluft aber auch eine Verminderung der Triebkraft für den Luftwechsel in den Kanälen verbunden. Doch führt die relative Beständigkeit der Temperatur der Kanalluft eine größere Gleichmäßigkeit der Bewegung im Wechsel der Jahreszeiten, sowohl was Richtung als Geschwindigkeit betrifft, mit sich. Beim Luftwechsel in den Kanälen ist aber — außer den Temperaturunterschieden — die über Erdoberfläche fortstreichende Windströmung vielleicht der wesentlichste Faktor, dessen Wirkung bei flacher Lage der Kanäle wahrscheinlich größer ist als bei tieferer Lage derselben (vergl. unter XV.).

Danach bleibt die Frage des Einflusses, den die Tiefenlage der Kanäle auf die Luftbeschaffenheit derselben ausübt, vorläufig offen und wird vielleicht einer allgemeineren Beantwortung überhaupt nicht fähig sein.

6. Verwaltungsrücksichten.

Verwaltungsrücksichten können in die Frage der Tiefenlage der Kanäle von mehreren Gesichtspunkten aus hineinspielen, z. B. von dem, daß den Eigentümern anderweiter Leitungen im Straßengrunde vertragsmäßig gewisse Rechte zugestanden sind, wie etwa das Recht, daß solche Leitungen den unterirdischen Kanälen nicht zu weichen brauchen. Indem derartige Zugeständnisse geeignet sind, die Kanalisation bedeutend zu erschweren (s. unter 2, S. 181), wird eine vorsichtige Stadtverwaltung den Eigentümern anderer Anlagen niemals solche Zugeständnisse machen dürfen, sondern die Forderung: daß jederzeit jede unterirdische Anlage den Kanälen zu weichen hat, im ganzen Umfange aufrecht erhalten müssen.

Weiter können Verwaltungsrücksichten auch bei der Frage: ob ein oder zwei Kanäle in der Straße angelegt werden sollen, beteiligt sein, indem hierbei der Aufbringungsmodus der Kosten berührt wird. Liegt nur ein Kanal in der Straße und kann dieser nicht die Lage in der Straßenmitte erhalten, so fallen die Anschlußleitungen zu den anliegenden Grundstücken ungleich lang aus, und sind die Kosten für die Anlieger der einen Seite höher als die Kosten für die Anlieger der anderen Seite. Um diese Ungleichheit zu vermeiden, kann sich die Gemeindeverwaltung veranlaßt sehen, entweder zwei Kanäle anzuordnen

oder aber es bei einem zu belassen und die Kosten der Anschlüsse, sei es auf die eigenen Schultern zu nehmen, sei es dieselben gleichmäßig auf die anliegenden beiden Straßenseiten zu verteilen.

7. Beziehungen zwischen Tiefenlage und Kanalprofilen.

Hier muß zunächst zwischen engen Rohrkanälen und größeren gemauerten Kanälen unterschieden werden. Bei letzteren ist das Intervall zwischen niedrigstem und höchstem Wasserstande ein relativ großes, daher auch die mögliche Rückwirkung auf den Abfluß der Hausleitungen event. eine große. Aus diesem Grunde, sowie um die mit der etwaigen tieferen Eintauchung ins Grundwasser verbundene Kostenvermehrung zu vermeiden, wird man tief liegende Kanäle mehr breit als hoch machen, auf die Vorzüge, welche mehr hohe als breite Profile für den Abfluß gewähren (vergl. unten VIII) hier also vielleicht Verzicht leisten. Für tiefe Lage der Kanäle könnte daher die Profilform nach Fig. 6 (die auch für Regenüberfälle paßt) die geeignetste sein.

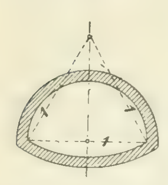


Fig. 6. Breite Profile für tiefe Kanäle.

Wenn tief liegende Kanäle nicht ausreichende Kapazität besitzen und infolge davon nicht imstande sind, bei heftigen Regenfällen das Wasser in demselben Maße, wie dasselbe zufließt, abzuführen, so findet zeitweilig Aufstau in den Einsteigeschächten, Straßeneinlässen und Hausanschlüssen statt, wobei die Kanäle auf inneren Druck beansprucht werden und dadurch in ihrem Bestande bezw. in der Dichtheit der Wände gefährdet sein können. Kanäle mit großer Tiefenlage werden also nicht nur kostspieliger wegen der Vermehrung der Erdarbeitskosten, sondern auch deswegen, weil das Erfordernis konstruktiver Sicherheit (wozu auch die Intakt-Erhaltung der Muffen-Dichtung bei Rohrkanälen gehört) höhere Kosten mit sich bringt. Am augenscheinlichsten wird die Kostenvermehrung in der Thatsache, daß Thonrohre, wenn sie eine gewisse, eng begrenzte Weite (die man durchschnittlich zu 50 cm annehmen kann) überschreiten, für tiefe Lagen unsicher in ihrem Bestande sind und an ihre Stelle die viel kostspieligeren gemauerten Kanäle (oder auch solche aus Beton) treten müssen. (Weiteres hierzu s. unter XI.)

8. Einfluß der Terraingestalt.

Das Relief des Entwässerungsgebiets wird insofern für die Tiefenlage der Kanäle mitbestimmend sein, als von demselben das zur Verfügung stehende Gefälle abhängt, durch das in der Regel die Lagen des höchsten und des tiefsten Punktes einer Stadtkanalisation festgelegt sind. Der Einfluß des Reliefs kommt in verstärkter Weise zur Geltung, wenn das Entwässerungsgebiet von offenen Gewässern berührt wird, welche zur Spülung oder zum Anschluß von Regenüberfällen, oder zur Einleitung von Kanalwassern — sei es geklärt, sei es ungeklärt — benutzt werden sollen.

9. Bedeutungslosigkeit allgemeiner Regeln.

Regeln über die notwendigen Tiefenlagen von Kanälen, wie sie hie und da mitgeteilt sind, kann bei der vorstehend dargelegten großen

Mannigfaltigkeit der mitsprechenden Faktoren keine sonderliche Bedeutung beigelegt werden, dies um so weniger, wenn die Profilgrößen dabei außeracht gelassen sind. Ebensowenig kann die Berufung auf Beispiele, sei es daß dieselben sich auf besonders tiefe, sei es daß sie sich auf besonders flache Lagen der Kanäle beziehen, Beweiskraft in Anspruch nehmen. Erfahrungen scheinen aber zu beweisen, daß die gesundheitliche Bedeutung einer besonders tiefen Lage der Kanäle zuweilen überschätzt wird.

In Frankfurt a. M. hat man den Kanalsohlen stellenweise Tiefenlagen bis 8 m unter Terrain gegeben; durchschnittlich liegen die Kanäle dort 5—6 m tief. Aehnlich in Mainz, wo die größte Sohlentiefe der Kanäle 7,0 und die kleinste 2,5 m, das Mittel also 4,75 m beträgt. Für nicht sehr wohlhabende Städte würden die Kosten solcher Tiefanlagen oft unerschwinglich sein. Es werden daher in der Regel heute auch flachere Lagen gewählt, man kann sagen zwischen 1,5 und 3 m.

Der in der Litteratur zuweilen vorkommende Ausdruck „Tiefkanalisation" ist ein gänzlich vager, dem deshalb auch keine Bedeutung beigelegt werden kann. Vermutlich hat damit im Anfang nur der Gegensatz der neuern, rationell angelegten Städtekanalisationen im Gegensatz zu den Kanalanlagen aus älterer Zeit zum Ausdruck gebracht werden sollen.

10. Besondere Einrichtungen bei dauernd hohen Grundwasserständen.

Die Kosten der Kanalanlagen kann man wesentlich herabsetzen, indem man die Menge der aufzunehmenden, bezw. durch lange Strecken des Kanalnetzes zu führenden Regenwassermengen möglichst klein bemißt. Unter Bezugnahme auf die zu diesem Gegenstande unter III. angestellten Untersuchungen sei hier nur eines eigenartigen Hilfsmittels erwähnt, von welchem in dem englischen Städtchen Chiswick Anwendung gemacht worden ist. Dort sind unter den Straßeneinlässen Bassins (von etwa 3 cbm Inhalt) mit durchlässiger Wand hergestellt, die den Inhalt nach und nach in den kiesigen Grund versickern lassen. Erst bei Erreichung eines gewissen Höhenstandes in den Reservoiren erlangt das Wasser Zutritt zu dem Straßenkanal, und auch dieser ist im obersten Teil mit durchlochter Wand hergestellt, sodaß von ihm aus der Uebertritt von Kanalwasser in den Boden stattfinden kann. Es handelt sich hier um einen bloßen Notbehelf, der nur unter ganz besonderen Umständen — wenn überhaupt — seine Rechtfertigung finden kann und der Beseitigung überschüssiger Wassermengen mittels Regenüberfälle in offene Gewässer gesundheitlich wohl immer nachsteht. Als mildernder Umstand für den vorliegenden Fall kann angeführt werden, daß der Boden von Chiswick sehr grobkiesig ist, daher sein großes Porenvolumen ihm die Fähigkeit verschafft, relativ bedeutende Mengen organischer Stoffe auch dauernd zu oxydieren.

Gesundheitsingenieur 1893.
Arnould, *Nouveaux élémens d'hygiène*, 1889.
Bericht der techn. Kommission des Altonaer Industrie-Ver. in der Beil. No. 126 *d. Altonaer Nachr.* 1861.
M. v. Pettenkofer, *Das Kanal- oder Sielsystem in München. Gutachten, abgegeben von der durch den Stadtmagistrat gewählten Kommission.*
Wibel, *in den Abhandl. d. Naturwissensch. Ver. von Hamburg* 1883.

Wolffhügel, *in der Zeitschr. f. Biol.* 11 *Bd. und im Bericht über d. Verhdl. d. vom Stadtmagistrat München niedergesetzten Kommission f. Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr*, 1874 *u.* 1875.
Wolffhügel, *Ueber die Verunreinigung des Bodens durch Strafsenkanäle und Abortgruben* 1875 *Vierteljschr. f. ö. Gesdhtspfl.* 1872 *u.* 1876.
v. Fodor, *im Gesundheitsingenieur* 1883.
v. Fodor, *Hygien. Unters. über Luft, Boden u. Wasser*, 1882.
Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen u. Städtereinigung.*
The sewage flow of Chiswick; Transact. of the Proceedings of the Inst. of Civ. Engineer, London.

VII. Gefälle der Kanäle und Wassergeschwindigkeiten.

Unter Gefälle wird im Nachstehenden immer das relative Gefälle ($\frac{h}{l}$ = Gefälle pro Längeneinheit) verstanden. Die richtige Wahl desselben ist von großer gesundheitlicher Bedeutung.

Nach den für (sekundliche) Geschwindigkeit v und Menge Q des abfließenden Kanalwassers geltenden Formeln:

$$v = c\sqrt{G J}.; \quad Q = Fv.$$

und Schwemmkraft S der Kanäle:

$$S = \frac{Q}{g} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{Fv^3}{2g},$$

worin c einen von der Beschaffenheit der Kanalwandungen abhängigen Koëffizienten, G das Kanalsohlen-Gefälle, J den sogen. hydraulischen Radius $= \frac{\text{Wasserquerschnitt}}{\text{Benetzter Umfang}}$, F den Wasserquerschnitt und g die Erdacceleration bezeichnen, sind v, Q und S von G in der Weise abhängig, daß, je größer G, um so mehr v, Q und S wachsen*).

Im allgemeinen ist dies günstig, aber doch nur bis zu einer gewissen

---

*) Vielfach wird der Koëffizient c in der ersten Formel in allen Fällen = 50 gesetzt, was indessen oft zu Unrichtigkeiten führt, da bei sehr glatten Wänden dieser Wert zu geringe, bei sehr rauhen zu grofse Werte von v liefert. Aufser mit der Wandbeschaffenheit wechselt der Koëffizient c sowohl mit dem hydraulischen Radius J als mit dem Gefälle G und mufs auch deshalb veränderlich angenommen werden. Kutter hat für c die Gleichung aufgestellt:

$$c = \frac{100\sqrt{J}}{b + \sqrt{J}}$$

worin b den Rauhigkeitszustand der Kanalwand darstellt, der zwischen 0,12 und 0,72 wechselnd anzunehmen sei und näher bestimmt ist:

für Kanalwände mit Cementputz . . . . . . b = 0,12—0,15
„ Wände aus Ziegeln oder bearbeiteten Quadern b = 0,20—0,27
„ „ „ Bruchsteinen . . . . b = 0,36—0,72

Der Abhängigkeit von c von der Geschwindigkeit v trägt auch die Kutter'sche Formel keine Rechnung.

Uebrigens läfst die Formel für v den Einwand offen, dafs dieselbe keine Rücksicht darauf nimmt, dafs zufliefsendes Regenwasser mit einer (meist grofsen) Geschwindigkeit v_0 in den Kanälen eintrifft; doch kann hierüber weggegangen werden, weil dieser Mangel der Sicherheit für ausreichende Vorflut zu Statten kommt.

oberen Grenze. Denn die Kanalwasser sind ein Gemisch aus Wasser mit mehr oder weniger groben, festen Stoffen von wechselndem spezifischem Gewicht und auch sehr stark wechselnder Form. Auf der Kanalsohle soll nichts von diesen Stoffen liegen bleiben, an den Kanalwänden nichts festgehalten werden. In einem Wasserquerschnitt von solcher Größe, daß auch die gröbsten von den beigemischten Teilen ganz eintauchen, d. h. die Kanalfassung nirgends berühren, wird bei ausreichender Geschwindigkeit v diese Forderung erfüllt sein, bei darunter bleibender nicht, indem die schweren Stoffe zu Boden sinken. Bei kleineren Geschwindigkeiten werden aber auch spezifisch leichtere Stoffe und schwerere von sperriger Form langsam immer tiefer unter Wasserspiegel geraten und schließlich ebenfalls die Kanalsohle erreichen.

Man kann die in Abwassern vorkommenden Schwebestoffe nach ihrem Verhalten in fließendem Wasser etwa, wie folgt, einteilen:

a) Schwimmende (wohin z. B. Papier, Stroh, Haare, Reste von Gemüsen u. s. w. gehören).

b) Leichter Schlamm, der bei Geschwindigkeiten von 150 bis 300 mm schwimmend bleibt, bei kleineren sich niederschlägt.

c) Feiner Sand, der bei Geschwindigkeiten von 300 mm an mit fortgeführt wird, bei kleineren zu Boden sinkt.

d) Gröberer Sand u. s. w., der zur Mitführung 300—600 mm Geschwindigkeit bedarf.

Der Niederschlag von Sand erfolgt rasch bei der Geschwindigkeit von 150 mm; der Niederschlag wird sehr stark, wenn die Geschwindigkeit nur 2—3 mm beträgt.

Je größer die Geschwindigkeit, um so kleiner wird (für gleiche Wassermengen) der zur Abführung notwendige Wasserquerschnitt F. Er kann, wenn das Wasser in mehr breiter als tiefer Schicht fließt, von so geringer Tiefe sein, daß grobe Beimengungen die Kanalsohle berühren, oder auch aus dem Wasserspiegel so weit hervortreten, daß sie vom Wasser nicht mehr fortführbar sind. Danach sind Gefälle, die über eine gewisse obere Grenze hinausgehen, unzulässig und da, wo man etwa aus Rücksicht auf das Längengefälle einer Straße zu solchen gelangt, durch Einlegen von Abstürzen (Kaskaden), die der Wasserstrom jedoch sanft herabgleitend passieren muß, zu ermäßigen.

Auch Rücksichten auf die sichere Begehbarkeit von Kanälen mit großem Querschnitt können die Einhaltung einer oberen Grenze des Kanalgefälles fordern. Erfahrungsmäßig ist das Gehen der Arbeiter im fließenden Wasser bei Gefällen von etwa $^1/_{33}$ erschwert, bei Gefällen von $^1/_{20}$ stark erschwert, bei Gefällen von $^1/_{15}$ in längeren Strecken kaum noch möglich, weshalb, wenn letztere Gefälle nicht vermeidbar sind, über dem Wasserspiel Bankets für die Bewegung der Arbeiter angelegt werden müssen.

Weiter ist zu beachten, daß im Interesse der Erhaltung einer möglichst guten Beschaffenheit der Kanalluft das zeitweilige Trockenwerden einer Kanalstrecke sehr zu scheuen ist, weil dabei faulende Teile an die Kanalwand antrocknen und event. verstauben können.

Endlich muß bedacht werden, daß bei starken Gefällen bezw. Wasser-

geschwindigkeiten, infolge der Reibungswirkung der Sinkstoffe, die Kanalsohlen einen starken Angriff auszuhalten haben.

Bei (engen) Rohrkanälen, die nur unvollkommen revisionsfähig sind, und bei denen man von der Rücksicht auf Begehbarkeit frei ist, wird man das Gefälle so wählen müssen, daß Geschwindigkeiten entstehen, bei denen alle Sinkstoffe mit Sicherheit fortgeführt werden. Nach dieser Rücksicht bemessen, sind Geschwindigkeiten von

0,9—1,1 m für enge Rohrkanäle,
0,7—0,9 m „ mittelgrofse Rohrkanäle,
0,5—0,7 m „ besteigbare Kanäle

als passende anzusehen, unbeschadet anderweiter Festsetzungen in besonderen Fällen, z. B. da, wo von makadamisierten oder schlecht gereinigten Straßen viel Sand in die Kanäle gelangt, wie auch andererseits da, wo die aufzunehmenden Schwebestoffe so geartet sind, daß sie nur außerordentlich schwer zu Boden sinken.

Die oben angegebenen, normalen Geschwindigkeiten vertragen da Ermäßigungen, wo durch gute Auffangvorrichtungen die gröberen Stoffe von dem Eintritt in die Kanäle abgehalten werden, oder wo für öftere, wirksame Spülung der Kanäle gesorgt wird.

Die normalen Geschwindigkeiten sollten auch bei nicht normaler Wasserführung der Kanäle, beim Minimum — welches nächtlich in den Stunden des kleinsten Wasserverbrauchs stattfindet — bestehen. Dies findet aber selten statt; es wird dann darauf gerechnet, daß der bald nachfolgende stärkere Strom die inzwischen etwa stattgefundenen Ablagerungen wieder mit fortnimmt. Bei ausreichendem Gefälle, als welche etwa folgende gelten können, geschieht dies auch:

in Hausanschlufsleitungen von $^1/_{40}$—$^1/_{100}$
„ engen Strafsenrohren „ $^1/_{100}$—$^1/_{150}$
„ weiteren „ „ $^1/_{150}$—$^1/_{300}$

Die Rohre müssen aber recht glattwandig, einigermaßen genau in der Form und gut verlegt sein.

Wo reichliche Spülung mit „fremdem" Wasser möglich ist, darf man mit dem Gefälle von Straßenrohren, wenn dieselben Weiten von 25 cm und darüber besitzen, bis auf $^1/_{400}$, sogar bis auf $^1/_{500}$ herabgehen; bei besteigbaren Kanälen werden Gefälle von nur $^1/_{1500}$ bis $^1/_{2500}$ angetroffen. Sie genügen auch, wenn solche Kanäle dauernd Wasser führen und die Gefahr des Leerlaufens ausgeschlossen ist. Wo ebene Beschaffenheit des Geländes oder hoher Grundwasserstand zur äußersten Einschränkung des Gefälles nötigen, kann man, wenn Spülwasser in unbegrenzter Menge zu Gebote steht, auch Leitungen ganz ohne Sohlengefälle anlegen, wie derartige Anlagen z. B. in Küstenorten mit geringer Erhebung über den Seespiegel unvermeidlich sind.

In Kanälen ohne Sohlengefälle muß sich die zum Fortbewegen des Wassers nötige hydrostatische Druckhöhe im Wasserspiegel selbstthätig ausbilden, der daher eine abfallende, auf dem Wege der Rechnung ungefähr bestimmbare Linien bilden wird. In den Kanälen, welche Sohlengefälle besitzen, wird die Spiegellinie nur selten parallel zur Sohlenlinie verlaufen, vielmehr in der Regel davon mehr oder weniger abweichen. Die Kenntnis der Spiegellinie ist aber von großer Wichtigkeit, insofern nur daraus die Höhenlage der Regenüberfall-

Schwellen, sowie der Anschlüsse von Seitenkanälen (auch Hausleitungen) richtig bestimmt werden kann. Kennt man die Spiegellage in einem Stücke der Leitung, oder hat man dieselbe entsprechend den örtlichen Umständen und der Wasserführung festgelegt, so wird danach, umgekehrt, das Sohlengefälle in dieser Leitung festzulegen sein*).

Für die Festsetzung der Spiegellage sind immer gegeben (bezw. zu wählen): der tiefste sowohl als der höchste Punkt des Kanalnetzes, gewöhnlich auch mehrere Zwischenpunkte, welche für die Anlage von Regenüberfällen in Betracht kommen. Aus diesen Bestandteilen sind sowohl die absoluten als die relativen Spiegelgefälle der betreffenden Kanalstrecken festzulegen. Besteht darin einige Freiheit, so wird man den unteren Kanalstrecken wegen ihrer stärkeren Wasserführung und wegen der Möglichkeit wirksamer Spülung geringere, den oberen Strecken, wo beide angeführten Momente vielleicht entfallen, stärkere Gefälle geben, sodaß für den betreffenden Zug der Wasserspiegel die Form einer konkaven Linie annimmt. Das oberste Ende des Zuges und alle Abzweigungen vom Stammkanal oder Stammrohr erhalten größere, die Abzweigungen geringster Weite, die Hausanschlüsse, die größten Gefälle. Dem von Brix gemachten Vorschlage: das größere Gefälle für die Hauptkanäle, das kleinere für die Nebenkanäle (Rohrkanäle) zu verwenden, kann nicht zugestimmt werden, weil für die Mitführung der Sinkstoffe in Rohrkanälen der Geschwindigkeit eine größere Bedeutung als dem Wasserquerschnitt beigelegt werden muß. Auch sprechen Verstopfungsgefahren und verringerte Zugänglichkeit der Nebenkanäle für das größere Gefälle derselben und es fällt dem gegenüber eine gewisse Ersparnis an dem Querschnitt und den Kosten der Hauptkanäle nur wenig in's Gewicht.

Wenn das zur Verfügung stehende — absolute — Gefälle klein ist, kann man den oberen Ausläufern des Kanalnetzes ein möglichst großes Stück davon in der Weise zuteilen, daß man den besteigbaren Hauptkanal nach oben hin in das Entwässerungsgebiet weiter verlängert, als es der Wasserführung wegen erforderlich ist. Bei nicht zureichendem Erfolg dieses Mittels bleibt nur noch der Weg übrig, Ersatz für das mangelhafte Gefälle der oberen Ausläufer in wirksamen Spüleinrichtungen zu schaffen. —

Es ersieht sich aus dem Vorstehenden, daß für die Festsetzung des Gefälles einer Kanalisation bestimmten Zahlen, wie den oben mitgeteilten und anderweiten, keine besondere Bedeutung beizulegen ist, vielmehr die Gefällefestsetzungen fast regelmäßig das wechselnde Endergebnis einer Reihe von Erwägungen wirtschaftlicher, technischer und gesundheitlicher Natur sein werden. Aus solchen Umständen erklärt es sich, daß die sonst gut begründete Forderung, daß die Geschwindigkeit an allen Stellen des Kanalnetzes so beschaffen sei, daß nicht Ablagerungen entstehen, als selten erreichbares Ideal erscheint, dem man sich nur mehr oder weniger nähern kann.

Ein Urteil darüber, was bei ungleichen Geschwindigkeiten an verschiedenen Stellen die einzelnen Strecken eines Kanalnetzes mit Bezug auf die Fortführung von Sinkstoffen leisten, würde man aus der Formel für die Schwemmkraft S (S. 190) erhalten können. Doch ist dies Urteil

---

*) Im Radialsystem der Kanalisation von Berlin wechselt das Spiegelgefälle in den Hauptsammlern zwischen 1 : 1947 und 1 : 2893.

nur ein ungefähres, weil die Abflußverhältnisse bei Städtekanalisationen nicht genügend einfach sind, um von jener Form zuverlässige Aufschlüsse erwarten zu können.

1) **Franzius** u. **Sonne**, *Handbuch der Ingen.-Wissensch.* 3. *Bd.*
2) **Hobrecht**, *Die Kanalisation von Berlin*, 1884.
3) **Behring**, *Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten*, 1894.

VIII. Kanalprofile.

1. Profilform.

Form und Größe der Kanalprofile sind sowohl vom gesundheitlichen als wirtschaftlichen und technischen Standpunkte aus von Bedeutung.

Die Form wird zunächst in etwas beeinflußt von der Tiefenlage der Kanäle. Tief liegende Kanäle werden durch das Gewicht der überlagernden Bodenschicht stark belastet, flach liegende mehr durch das Gewicht darübergehender großer Einzellasten, welche auch stoßweise wirken. In relativ günstiger Lage befinden sich daher mit Bezug auf die Belastung die in mittlerer Tiefe (2—3 m) liegenden Kanäle, die daher im allgemeinen mit geringeren Stärken sowohl als die sehr tief, wie auch die sehr flach liegenden Kanäle hergestellt werden können.

Kanäle, die in der unmittelbaren Nähe von Wasserläufen liegen, müssen mehr breite als hohe Form erhalten, teils wegen der Veränderung des äußeren Druckes, dem sie gelegentlich unterstehen, teils auch weil die mehr breite Form die Anlage von Regenüberfällen an solchen Kanalstrecken begünstigen kann.

Vorwiegend wird die Profilform von Entwässerungsleitungen durch den Wechsel, der im zeitlichen Füllungszustande derselben stattfindet, bestimmt. Hierüber ist das Nähere oben unter III. und V. mitgeteilt. Mitbestimmend wirkt aber auch der Gehalt der Kanalwasser an Sinkstoffen. Um bei zeitweilig geringer Wasserführung der Kanäle, wo die Wasser zugleich am stärksten mit Sinkstoffen beladen sind, die Fortführung letzterer möglichst zu befördern, muß das Wasser im Kanal zusammengehalten werden, d. h. das Profil desselben so beschaffen sein, daß der Wasserquerschnitt F im Vergleich zum benetzten Umfangsstück des Kanals (der sogen. hydraulische Radius J) möglichst groß sei. Um dies zu erreichen, muß der Wasserquerschnitt mehr tief als breit sein, der Kanal also im unteren Teil zusammengezogen werden.

Die Zusammenhaltung des Wassers wird am besten in einem unten spitz zulaufenden (Keil-)Profil, danach im sogen. Eiprofil oder auch in einem elliptischen Profil und nur wenig gut im Kreisprofil verwirklicht. — Die Eiprofilform ist die am häufigsten vorkommende.

Oft angewendete Eiprofilformen stellen die Fig. 5 (S. 186) und Fig. 7 (S. 195) dar; ersteres Profil ist mit sogen. Ueberhöhung hergestellt. Beide Formen sind insofern unbequem, als beim Begehen der Kanäle die Arbeiter im Wasser waten müssen. Dies wird vermieden, wenn man das Profil nach Fig. 8 (S. 195) mit einem Bankett nahe über der Sohle gestaltet. Bequemer wird die Begehbarkeit bei symmetrischer Profilform, d. h. der Anlage von zwei Banketten. Die Höhenlage der Banketts ist durch die Bedingung bestimmt, daß der unterhalb derselben liegende Profilteil

groß genug sein muß, um für die Abführung des Kleinwassers auszureichen.

Eine gute Anpassung, auch an wechselnde Kleinwassermengen, und eine einigermaßen bequeme Begehbarkeit des Kanals ist in dem Profil Fig. 9 (von der Charlottenburger Kanalisation entnommen) verwirklicht. Die Sinkstoffe rutschen von den schrägen Sohlflächen ab und werden auf solche Weise immerwährend ins tiefste Wasser geführt. Der Abfluß des Kleinwassers und die Sauberkeit der Kanalsohle werden dadurch gefördert, daß die tiefste Stelle der Sohle aus zwei glasierten Fliesen gebildet ist. Dies Profil ist aber gegen das Eiprofil durch einen größeren Mauerwerksaufwand im Nachteil.

Noch andere Profile, welche den Anforderungen konstruktiver Sicherheit gegen äußeren Druck besondere Rechnung tragen, daneben bequeme Begehung des Kanals und Raum zur Unterbringung von Leitungen (für Gas, Wasser u. s. w.) im Kanal gewähren, sind in den Fig. 10 und 11 dargestellt. —

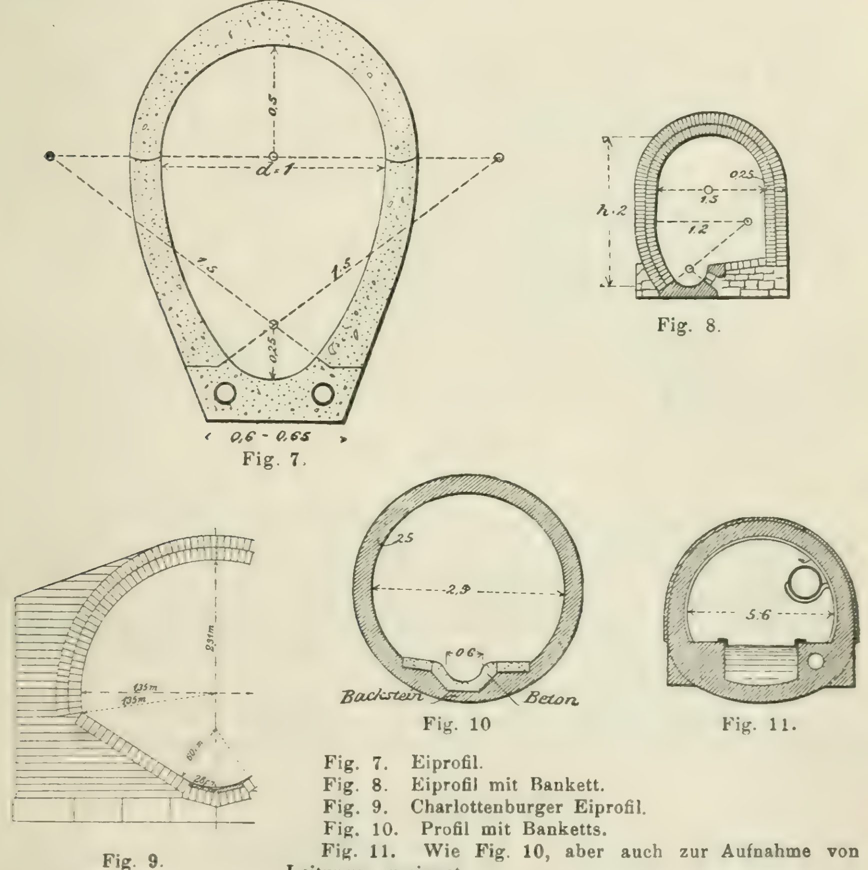


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10 Fig. 11.

Fig. 7. Eiprofil.
Fig. 8. Eiprofil mit Bankett.
Fig. 9. Charlottenburger Eiprofil.
Fig. 10. Profil mit Banketts.
Fig. 11. Wie Fig. 10, aber auch zur Aufnahme von Leitungen geeignet

In welchem Maße der Wasserabfluß eines Kanals durch die Profilform bestimmt wird, ist aus folgenden Rechnungsangaben ersichtlich, in denen d die Kanalweite, G das Sohlengefälle bezeichnen. (Ueber die Bedeutung der übrigen Zeichen vergl. S. 190.)

Beziehungen zwischen der Kanalform und der Leitungsfähigkeit von Kanälen von Kreis- und Eiform.

	Füllungsgrad (Kämpfer- bzw. Scheitelhöhe)	Kreisprofil	Eiprofil, nach dem Typus Fig. 7
Querschnitt F	ganz	$0{,}785\, d^2$	$1{,}149\, d^2$
	halb	$0{,}393\, d^2$	$0{,}756\, d^2$
Umfang P	ganz	$3{,}142\, d$	$3{,}965\, d$
	halb	$1{,}571\, d$	$2{,}394\, d$
Hydraul. Radius J	ganz	$0{,}250\, d$	$0{,}290\, d$
	halb	$0{,}250\, d$	$0{,}320\, d$
Geschwindigkeit v	ganz	$0{,}50\, c \sqrt{dG}$	$0{,}538\, c \sqrt{dG}$
	halb	$0{,}50\, c \sqrt{dG}$	$0{,}566\, c \sqrt{dG}$
Abflufsmenge Q	ganz	$0{,}393\, c \sqrt{d^5 G}$	$0{,}618\, c \sqrt{d^5 G}$
	halb	$0{,}196\, c \sqrt{d^5 G}$	$0{,}428\, c \sqrt{d^5 G}$

Der große Vorzug des Eiprofils erweist sich darin, daß während:

$$\frac{\text{Umfang des Eiprofils}}{\text{Umfang des Kreisprofils}} = \frac{3{,}965}{3{,}142} = 1{,}26$$

und ähnlich so die Baukosten solcher Kanäle sich verhalten, Füllung bis Kämpferhöhe vorausgesetzt, die:

$$\frac{\text{Abflußmenge beim Eiprofil}}{\text{Abflußmenge beim Kreisprofil}} = \frac{0{,}428}{0{,}196} = 2{,}18$$

ist, wonach also das Eiprofil bei gleichem Füllungszustande mehr als doppelt so viel Wasser abführt als das Kreisprofil. Um etwa 60 Proz. ungünstiger wird dies Verhältnis bei ganz gefülltem Profil, nämlich:

$$\frac{0{,}618}{0{,}393} = 1{,}57.$$

Seinen Hauptvorzug besitzt jedoch das Eiprofil in der viel größeren Wassergeschwindigkeit (v) bei kleinen und kleinsten Wassermengen, indem bei diesen der hydraulische Radius (J) größer als beim Kreisprofil ist (0,29 gegen 0,25 bezw. 0,32 gegen 0,25). Es würde danach vorteilhaft sein, das Eiprofil für alle Kanalweiten, auch die kleinsten, anzuwenden. Aus welchen Gründen dies nicht geschieht, ist weiterhin unter XI. erörtert.

Die Besonderheiten der Profilformen von Regenüberfällen und im Grundwasser liegenden Kanälen sind unter IV. und VI. besprochen worden.

2. Profilgröße.

Nach der Größe des Kanalprofils werden zunächst besteigbare (bezw. schlupfbare) Kanäle von unbesteigbaren unterschieden. Damit ein Arbeiter einen Kanal gehend passieren könne, muß derselbe eine Kleinsthöhe von 1 m haben; nur zur Not genügen 0,95 m. Die Weite kann event. bis auf etwa 0,7 der Höhe herabgemindert werden; etwas größere Weiten sind jedoch besser.

Eine fernere Unterscheidung ist die in Haupt- und Nebenkanäle, wofür aber die Bezeichnungen Sammler, Hauptsammler und Zweigkanäle oder Zweigleitungen gebräuchlicher geworden ist. Zweigleitungen nehmen nur Hausanschlüsse auf, münden in „Sammler", und wenn das Wasser mehrerer Sammler (bezw. auch von Zweigleitungen) in einem Kanal vereinigt wird, so heißt dieser „Hauptsammler". Die hier berührte Unterscheidung ist daher weniger auf die Größe (Weite) der Kanäle als auf den Rang, den die einzelnen Teile der Leitung im Kanalnetz einnehmen, begründet.

In mehreren Städten (z. B. Hamburg, Marburg, Linz, London u. s. w.) hat man im Interesse der Möglichkeit jederzeitiger unmittelbarer Revisionsfähigkeit der Kanäle ausschließlich besteigbare Straßenkanäle zugelassen. Vereinzelt ist selbst Besteigbarkeit für die Hausanschlußleitungen gefordert worden. Solche Anforderungen machen die Anlagen sehr kostspielig; es kann der angestrebte Zweck der steten Funktionsfähigkeit der Kanäle auch durch Spülung und Gebrauch besonderer Werkzeuge zum Reinigen enger Leitungen auf weniger kostspielige Weise erreicht werden. Besteigbare Kanäle werden aber oft an Stelle ausreichender unbesteigbarer aus dem Grunde angelegt, um an Gefälle zu sparen; es kommt aber auch vor, daß dafür ein zuweilen nur geringer Mehraufwand an Kosten maßgebend ist. Bei den Rohrkanälen kleinen Kalibers können die Erdarbeitskosten 50 Proz. der Gesamtkosten erreichen; es macht daher in den Kosten keinen großen Unterschied, ob man in den Kanalweiten ein wenig über den Bedarf an Profilweite hinausgeht oder nicht. Darin beruht es, daß man bei einer gewissen Weite der unbesteigbaren Rohrkanäle zu den größeren hinüber einen Sprung macht, indem man von da an unvermittelt zur Kleinstweite besteigbarer Kanäle übergeht. Weiten, die zwischen einer oberen Grenze der unbesteigbaren Kanäle und einer unteren Grenze der besteigbaren liegen, werden nur sehr selten hergestellt. Ein noch fernerer Grund für den Uebergang zu besteigbaren Kanälen besteht darin, daß für den Bau solcher an Stelle enger, unbesteigbarer, die Haltbarkeit von Thonrohrkanälen bei Ueberschreitung gewisser Weiten unsicher wird und die Ausführung gemauerter Kanäle dieser geringen Weiten umständlich, daher teuer ist, auch leicht mangelhafte Arbeit ergiebt.

Die Grenze, von der ab glasierte Thonrohre wegen ihrer möglichen Unsicherheit nur selten verwendet werden, ist in den verschiedenen Orten nicht übereinstimmend. Bei der Berliner Kanalisation hat man 48 cm Weite als obere Grenze angenommen, doch ausnahmsweise noch Rohrweiten bis 63 cm zugelassen; ähnlich ist die Grenze an anderen Orten festgelegt worden. Es spricht hierbei teilweise die Beschaffenheit der Rohre (Wandstärke, Schärfe des Brandes), teils die Bodenbeschaffenheit mit. Dünnwandige und scharf gebrannte Rohre zerspringen unter äußerem Druck, und in sog. unreinem Boden findet auch leicht infolge der Bodenbeschaffenheit Zerstörung statt, wenn die Zufüllung der Baugruben nicht sehr sorgfältig geschieht. Die anfängliche Lagerung des Bodens ist dann nicht fest genug um zu verhindern, daß später nach großen Regenfällen u. s. w. plötzlich Sackungen oder Verschiebungen eintreten, bei denen die Rohre durch äußeren Druck zerstört werden. In reinem Sandboden, der beim Einfüllen eingeschlämmt wird, ist die Gefahr des Bruches von Thonrohren am geringsten.

Rohre von kleinerem Durchmesser sind der Gefahr von Verstopfungen durch Hineingeraten gröberer Gegenstände ausgesetzt, die

an Rauheiten der Wände, kleinen Vorsprüngen an den Stößen u. s. w. hängen bleiben.

Durch besondere Beschaffenheit der Schwebestoffe des Wassers (Fett, Seife, Leim u. s. w., welche sich an dem Rohrrand festsetzen) kann der Durchmesser von Rohren selbst größerer Weite sich nach und nach verengen und alsdann bei denselben die Gefahr sowohl des plötzlichen als des allmählichen Aufhörens des Abflusses — letzteres bei mangelhafter Reinhaltung — entstehen. Deshalb ist es unzulässig, Rohre unter einer gewissen Weite zu verwenden, auch wenn dieselben für den Zweck der Wasserführung noch ausreichend sind.

Für Hausentwässerungen werden zuweilen 10 cm als unterste Grenze angegeben. Für Abführung vom bloßem Regenwasser kann diese Weite genügen; die Erfahrung lehrt aber, daß dabei an Stellen, wo Richtungs- oder Gefällewechsel vorkommen, oder wo Zweigleitungen anschließen, leicht Stockungen stattfinden. Daher ist es zu empfehlen, für derartige Leitungen kleinere Weiten als 12,5 cm nicht zuzulassen. Nur da, wo für häufige und reichliche Spülung gesorgt ist oder wo die Rohre klares Wasser (Regenwasser, Kondensationswasser u. s. w.) abzuführen haben, mag man die Weite von nur 10 cm anwenden. Für Straßenrohre ist diese Weite immer ungenügend; hier sollte man nicht unter 20 cm hinabgehen; in Berlin werden als Mindestweite von Straßenrohren 21 cm gefordert. —

Ist die Wassermenge Q bekannt, das Kanalgefälle und eine angemessene Geschwindigkeit festgesetzt, so folgt die erforderliche Profilgröße des Kanals aus der Bedingung: $F = \frac{Q}{v}$. Aber auch wenn Q thunlichst genau ermittelt ist, bleiben hinsichtlich des zur Abführung notwendigen Querschnitts des Kanals doch gewisse Zweifel bestehen. Abgesehen von zufälligen Umständen, z. B. daß zeitweilig in einzelnen Leitungsstrecken ein Teil des Kanalprofils durch Aufstau gefüllt werden kann, fragt es sich nämlich: ob man die Profilgröße so bestimmen soll, daß der Kanal bei der maximalen Wassermenge ganz oder nur zum Teil gefüllt ist. Hierbei kommt mancherlei in Betracht. Bei ganzer Füllung würde alle Luft in dem Maße, als der Wasserspiegel steigt, aus dem Kanal verdrängt und durch die offenstehenden Auswege: Schächte, Hausanschlüsse, Regenrohre, entweichen. Sind der entweichenden Luft die Wege genau vorgezeichnet, so ist der Vorgang ohne Bedeutung; anders jedoch, wenn die Kanalgase Unrechtwege einschlagen. Vielfach hat man Schutz dagegen in der Weise angestrebt, daß man den Kanälen ein gewisses Plus an Profilgröße gab. Man ist darin so weit gegangen, daß der Kanal durch die maximale Wassermenge nur bis Kämpferhöhe (Gewölbeanfänge) gefüllt ward. Eine solche Vergrößerung ist jedoch nicht ausreichend begründbar, weil dabei außeracht gelassen wird, daß die günstigsten Abflußverhältnisse eines Kanals nicht bei der Füllung bis Kämpferhöhe, sondern bei einem anderen, höherer liegendem Füllungszustande stattfinden. Dieselben ergeben sich für den Maximalwert des hydraulischen Radius (J), und dieser findet beim Kreisprofil statt, wenn dasselbe auf etwa 83 Proz. seiner Höhe, und beim Eiprofil (des Typus Fig. 8, S. 195), wenn dasselbe bis 85 Proz. seiner Höhe gefüllt ist. Danach führt das Kreisprofil, gleich wie das Eiprofil, bei voller Füllung geringere Wassermengen als bei etwas weniger hoher Füllung ab, und beide liefern gleich große Wassermengen, einerlei, ob das Kreisprofil nur zu 81

Proz. oder ganz, das Eiprofil nur zu 86 Proz. oder gleichfalls ganz gefüllt ist. Die maximalen Wasserführungen aber finden bei der Füllung des Kreisprofils auf 91 und bei der Füllung des Eiprofils auf 94 Proz. seines Inhalts statt und werden dabei 8, bezw. 6. Proz. mehr Wasser abgeführt als bei ganzer Füllung der Profile. Hiernach ist es das Richtige, das Kanalprofil so zu bemessen, daß dasselbe die obigen Maxima der Wasserführung entsprechende Größe erhält, wobei noch immer ein gewisser, freilich kleiner Teil des Profils (9 bezw. 6 Proz.) wasserfrei und daher mit Luft erfüllt bleibt. Diese Bestimmungsweise hat außer Kostenverminderung den Vorteil, daß nicht große Teile der Kanalwand beständig trocken liegen und Gelegenheit zum Anhängen von Schmutzteilen bieten. Sicherheit dafür, daß jener kleine Profilteil nicht gelegentlich für die Wasserführung in Anspruch genommen wird, läßt sich in der Weise schaffen, daß man die Schwelle der Regenüberfälle in Höhe des zweckmäßigsten Füllungszustandes oder noch ein wenig tiefer legt. Anderswo mag eine kleine Profilüberhöhung ausgeführt werden (vergl. Fig. 5, S. 186); beide Mittel sind vergleichsweise rationell.

Wo an der Sohle des großen Profils ein besonderer Abschnitt für Kleinwasserführung gebildet wird, ist dessen Inhalt für die durchschnittliche Brauchwassermenge zu bemessen.

Franzius u. **Sonne**, *Handb. d. Ingenieurwissensch.* 3. *Bd.*
Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen u. Städtereinigung*, 1893.
Bestimmung der Querschn. von Entwässerungskanälen, in der Zeitschr. d. Archit.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1875.
Die Kanalprofile in der neuen Avenue de l'Opéra in Paris, in Nouv. Annal. de la constr. 1877.
Ueber den Querschnitt gemauerter Kanäle im Wochenbl. f. Archit. u. Ingen. 1884.

IX. Generelle Anordnung des Kanalnetzes.

1. Allgemeine Rücksichten.

Entwässerungsanlagen einer Stadt lassen sich nur als sogen. öffentliche Einrichtung denken, weil bei denselben ein Ertrag, der sie zum Gegenstande privater Unternehmungen machen könnte, fehlt; schon deshalb sind Führungen der Kanäle über anderen als öffentlichen Grund einigermaßen ausgeschlossen. Führung über Privatgrundstücke sollten auch aus dem Grunde niemals stattfinden, weil dabei eine ausreichende Beaufsichtigung und Inbetriebhaltung, welche gegen mißbräuchliche Benutzungen der Kanäle Sicherheit bieten könnte, schwer möglich ist. Besonders bei Führung der Kanäle durch sogen. geschlossene Baublöcke wird stets mit verbotenen Einleitungen, ungehörigem Einwerfen von lästigen Gegenständen u. s. w. und mißbräuchlicher Benutzung aller erdenklichen Arten gerechnet werden müssen.

Was die äußere Begrenzung eines Entwässerungsgebiets betrifft, wenn dafür ein gewisser Spielraum vorhanden ist, so sollte in der Regel die Oberflächenbeschaffenheit des Geländes bestimmend sein.

Es ist bei der Planverfassung dasjenige ganze Gelände zu berücksichtigen, welches seiner Oberflächengestalt nach ein Ganzes bildet, wenn die Möglichkeit besteht, daß spätere Erweiterungen des gegenwärtigen Stadtgebiets stattfinden, die den Grenzen dieses Gebiets

sich nähern könnten. Aber auch wenn letzteres nicht zu erwarten, vielmehr die Außenterrains dauernd anderen Gemeinden zugehören werden, ist es im Interesse der Allgemeinheit immer gut gethan, die Grundzüge des Entwässerungsplanes für den weitesten Umfang festzulegen, weil ein solches Verfahren unter allen Umständen den Interessen der öffentlichen Gesundheitspflege dient, aber auch anderen kommunalen Interessen in hohem Grade dienlich sein kann. Wo Entwässerungspläne keine Rücksicht auf in der Zukunft liegende Möglichkeiten nehmen, kann das spätere Eintreten solcher große gesundheitliche und wirtschaftliche Schäden mit sich bringen, weil bei jeder Entwässerungsanlage die Oberflächengestalt des Gebiets den größten Einfluß insofern übt, als die Kanäle Gefälle erhalten müssen.

Die allgemeine Richtung der Kanäle ist durch das Straßennetz bestimmt. Auch in noch engerem Sinne ist die Gestalt des Straßennetzes insofern maßgebend, als die Kanäle größerer Weite, die Stämme des Netzes, wegen der erforderlichen Breite der Baugruben nur in Straßen von entsprechender Breite verlegt werden können, und als ferner jene möglichst in Straßenzügen zu verlegen sind, die in der Nähe eines offenen Gewässers vorbeiführen, damit sie leicht spülbar seien oder auch bequeme Gelegenheit zur Anlage von Regenüberfällen sich biete. Endlich ist das Straßennetz noch insofern bestimmend für die Richtung der Kanäle, als im Interesse von Ersparnissen an Baukosten und Gefällen dahin gestrebt werden muß, die Wege des Wassers — besonders die in den größeren kostspieligen Sammlern zurückgelegten — möglichst kurz zu machen; das kann häufig am besten durch Benutzung sogen. Diagonalstraßen erreicht werden.

Aus dem Vorstehenden folgt, daß, um ein Kanalnetz rationell anordnen zu können, entweder ein Bebauungs-(Straßen-)Plan des betr. Gebiets bereits bestehen, oder doch wenigstens in seinen Grundzügen vorher festgelegt werden muß.

Den Rücksichten auf die Gestaltung des Straßennetzes gesellen sich diejenigen auf offene, die Stadt durchziehende Wasserläufe als ebenbürtig hinzu.

Abgesehen von den vorstehend erwähnten Rücksichten muß die Richtung des Kanalnetzes im allgemeinen der Oberflächenbeschaffenheit des Geländes folgen. In Thälern mit einigermaßen steilen Hängen ist die Oberflächengestalt fast allein entscheidend, und ebenso, wenn es sich um Kesselform oder Hügelform des Entwässerungsgebietes handelt. In den beiden letzten Fällen wird die Ausführung der Hauptsammler als Ringkanäle angezeigt sein (vgl. hierzu die weiterhin folgende Fig. 12, Entwässerung von Köln, worin ein Stück Ringkanal angegeben ist). Bei unausgesprochenem Gelände besteht für die Disposition Spielraum, sodaß es möglich ist, noch anderweiten Rücksichten, z. B. solchen auf die Lage von Hauptrohren der Wasser-, Gas- und sonstigen -Leitungen im ganzen Umfange zu entsprechen.

Bei nicht stark ausgesprochener Muldenform des Entwässerungsgebiets steht es frei, den Kanälen entweder die Richtung senkrecht zur Thalsohle hinab oder parallel derselben zu geben.

Je nachdem die eine oder andere Anordnung gewählt wird, entstehen allgemeine Dispositionen des Kanalnetzes, welche man als „System“ bezeichnet.

2. Abfangsystem.

In der Frühzeit der Entwässerungsanlagen, als die Abwasser noch regelmäßig unmittelbar an die Flüsse übergeben wurden, legte man die Kanäle, um die Abwasser auf kürzestem Wege los zu werden, möglichst senkrecht zur Thalachse an; so ergab sich das sogen. Perpendikularsystem. Das große Interesse der Reinhaltung der Flüsse hat bald dazu gezwungen, dieses System aufzugeben und sogar bestehende Anlagen durch Hinzufügung sogen. Abfangkanäle (Intercepting sewers), die parallel, nahe dem Flusse gelegt werden, mit großen Kosten

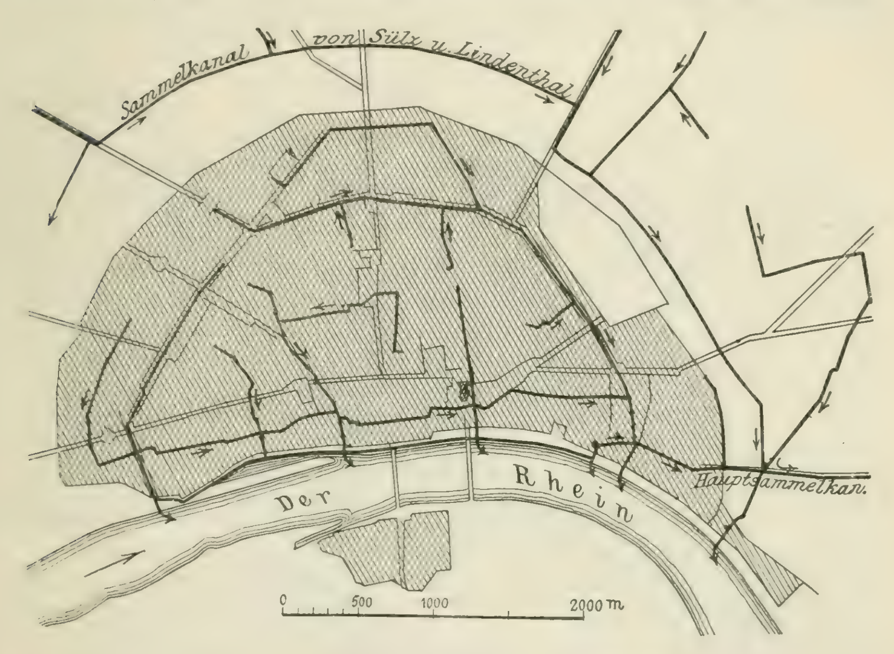


Fig. 12. Entwässerung von Köln (Abfangsystem).

abzuändern. Das bedeutendste Beispiel dieser Art bietet London; einiges darüber ist auf S. 118 mitgeteilt worden. Die Abfangkanäle sind bestimmt, alle zum Flußufer hinabgeführten Kanäle in sich aufzunehmen, sodaß diese Rohre von der Verbindung mit dem Flusse abgeschnitten werden. Vom Abfangkanal werden aber mehr oder weniger zahlreiche Regenüberfälle zum Fluß abgezweigt.

Ein besonders klares Bild einer Kanalisationsanlage mit Abfangkanal bietet die Kanalisation der Altstadt Köln, welches als Fig. 12 beigefügt ist.

3. Das Parallelsystem.

Das Parallelsystem kann als Weiterentwickelung des Abfangsystems betrachtet werden; in demselbea erhalten die Hauptkanäle die Richtung ungefähr parallel der Thalachse. Sind die Thalhänge weniger steil als breit, so zerlegt man in ein unteres und ein oberes System mit besonderen Hauptsammlern für jedes, eventuell an beiden Thalseiten; doch

werden die Hauptsammler gewöhnlich nahe dem unteren Ende wieder zusammengeführt. Ein sehr ausgeprägtes Beispiel für das Parallelsystem bot der Gordon'sche Plan der Kanalisation von München, der jedoch unausgeführt geblieben ist. An jedem der beiden Isarufer waren zwei Parallelsysteme vorgesehen. Etwas weniger markant, doch noch hinreichend deutlich tritt die Anlage nach Parallelsystem in der Entwässerungsanlage von Frankfurt a. M., Fig. 13, hervor. Jede Uferseite bildet dort aber nur ein einziges System. — In Szegedin ist das Parallelsystem mit halbringförmiger Anordnung der Systeme durchgeführt; hier würde man — bezeichnender — das Wort Parallelsystem durch „Zonensystem" ersetzen.



Fig. 13. Entwässerung von Frankfurt a/M. (Parallelsystem).

Gewöhnlich ist es angezeigt, zwischen den beiden Systemen einer und derselben Thalseite einige Verbindungen herzustellen, um die Wasser der Kanäle des oberen Systems für den Zweck der Spülung des unteren Systems nutzbar zu machen; in diesen Verbindungen werden dann selbstverständlich Verschlüsse angeordnet.

Das Parallelsystem besitzt den Vorzug, daß die Kanäle dem Thalgefälle im allgemeinen gut folgen, also billig in der Herstellung sind, und weiter, daß die Gesamtmenge der Abwasser leicht mittels eines oder mehrerer Hauptsammler des ganzen Gebiets an einem Punkte zusammengeführt wird. Letzterer Umstand kann aber auch unter Umständen ein Mangel des Systems sein, da an dieser einen Stelle die Gesamteinrichtungen zur Reinigung der Abwasser, ob dieselben nun in

Kläranlagen oder in Rieselfeldern bestehen, geschaffen werden müssen. Ist die Gelegenheit dazu günstig oder nur ausreichend, so handelt es sich um einen Vorzug, im gegenteiligen Falle um einen Nachteil des Parallelsystems, der groß genug sein kann, um zum Verlassen desselben zu nötigen.

Ein anderweiter Vorzug des Parallelsystems besteht darin, daß durch Stadterweiterungen, die am Außenrande des Gebiets parallel zum Fluß später etwa vorkommen, keine Störungen des bestehenden Zustandes sich ergeben, indem für diese Erweiterungen einfach neue Parallelkanäle hinzugefügt werden können. Dagegen können spätere Stadterweiterungen, die an der stromaufwärts gelegenen Stadtseite erfolgen, allerdings Aenderungen des bestehenden Entwässerungszustandes erforderlich machen.

4. Das Radialsystem.

Der zuletzt berührte Mangel des Parallelsystems trat beispielsweise in großer Schärfe bei dem danach entworfenen Wiebe'schen Plan für die Kanalisation Berlins hervor. Er nötigte zur Aufgabe desselben und zur Annahme des Radialsystems nach dem Plan von Hobrecht (vgl. auch S. 119).

Damit der Name Radialsystem zutreffend erscheine, müßte das Entwässerungsgebiet in eine Anzahl Sektoren zerlegt werden, deren jeder ein besonderes, von dem anderen unabhängiges Kanalnetz erhält. Indem aber die Grenzen zwischen den Teilstücken des Gebiets der Gestalt der Stadt, der Oberflächenbeschaffenheit, etwaigen Wasserläufen u. s. w. anzubequemen sind, so ergeben sich keine regelmäßigen Formen derselben und meist nicht einmal Sektorenformen, sondern Formen, welche zutreffender als Partial- oder Teilsysteme bezeichnet werden könnten. Die Bezeichnung Radialsystem ist jedoch die allgemein übliche geworden.

Jedes Radialsystem bildet für sich ein Ganzes, steht in keinerlei Connex mit einem zweiten System, und ist daher genau so zu behandeln, als ob nur dieses eine System bestände. Was für eine ganze Stadtentwässerung gilt, gilt in gleicher Weise für ein einziges Radialsystem.

Hauptvorteile, welche die Zerlegung gewährt, sind: Freiheit in der Bestimmung über die Zahl und die Lage derjenigen Stellen, zu denen die Abwasser geführt, wo sie gereinigt, geklärt oder behufs Rieselung gesammelt werden sollen, daneben Verminderung der Schwierigkeiten, welche entstehen, wenn beim Wachstum der Stadt die Leistungsfähigkeit der Kanäle ungenügend wird.

Jedes Radialsystem ist seiner Größe nach festgelegt. Und da auch seine größte Bevölkerungszahl mit einiger Sicherheit zum voraus bestimmbar ist, sind die zur Anordnung des Kanalnetzes, der Profilformen und Profilgrößen notwendigen Unterlagen ausreichend bestimmt gegeben, sodaß die Anlage bis in alle Einzelheiten hinein rationell entworfen und ausgeführt werden kann. Finden späterhin irgendwo Gebietserweiterungen statt, so kann zwanglos und ohne an dem Bestehenden etwas zu ändern, den älteren Systemen ein neues hinzugefügt werden.

Anders da, wo nicht zerlegt, sondern das ganze Niederschlagsgebiet einheitlich behandelt wird, weil hier meist Rücksichten auf spätere Erweiterungen genommen werden müssen, die aber weder ihrem Umfange, noch ihrer Lage nach zum voraus sicher genug übersehbar sind. Es fehlt daher dies oder das an den notwendigen Unterlagen für das

Projekt, sodaß dieses leicht in die Gefahr gerät, entweder zu groß oder zu klein zugeschnitten zu werden. Im ersten Falle passen die Profile der Kanäle für die Anfangsperiode nicht; im zweiten Falle nicht immer für die spätere Zeit, da eine spätere Erweiterung einen so großen Umfang annehmen kann, daß es unmöglich ist, die Wasser noch in die bestehenden Kanäle aufzunehmen, bezw. den entsprechenden Zuwachs des Kanalnetzes dem Bestehenden einfach hinzuzufügen.

Das bisher bekannte größte Beispiel der Anwendung des Radialsystems bietet die Kanalisation von Berlin nach dem Plane und der Ausführung Hobrecht's. Fig. 14 giebt eine schematische Skizze der Einteilung des Gebiets in 12, durch Schraffurverschiedenheiten unter-



Fig. 14. Entwässerung Berlins (XII Radialsysteme).

schiedene Systeme nebst Lage der Hauptsammler und der Pumpstationen nur in den Systemen I—VII; die Systeme VIII und X sind erst nach Erscheinen des Originalplans ausgebaut worden. —

Es ist von vornherein anzunehmen, daß auch die Kanalisation nach Radialsystem nicht ohne Schattenseiten sein wird. Die Einzelsysteme müssen, um nicht unökonomisch zu werden, eine gewisse Größe erreichen, damit die Anlagekosten des Kanalnetzes nicht höhere Kosten erfordern als diejenigen, die bei der Kanalisation eines ungeteilten Gebiets entstehen. Indem bei der Zerlegung des Gebiets der Gestalt der Geländeoberfläche nicht immer ausreichende Rechnung getragen werden kann, werden die Kanäle stellenweise in größere Tiefen geraten, als wenn ihre Gefälle sich zwanglos den Geländeformen anschließen könnten; auch dadurch werden zuweilen vermehrte Kosten entstehen. Was die späteren Betriebskosten betrifft, so fallen diese jedenfalls höher aus.

Es will aber andererseits beachtet sein, daß bei einer gewissen Gebietsgröße die Zerlegung unvermeidbar ist, aus dem Grunde, daß sonst die Dimensionen aller Anlagen (Kanäle sowohl als Pumpstationen) über eine gewisse, praktisch noch zulässige Grenze hinausgehen würden, auch zeitweilige Betriebsstörungen einen unerträglichen Umfang annehmen könnten. Weiter auch könnte die ausreichende Entlastung der Kanäle durch Regenüberfälle auf Schwierigkeiten stoßen und würden größere Regenfälle von örtlich begrenztem Umfang auch in nicht direkt betroffenen Stadtgebieten Mißstände, wie z. B. Kellerüberschwemmungen, hervorrufen können. Endlich ist beim Radialsystem fast völlige Freiheit in der Wahl derjenigen Stellen gelassen, an denen die Abwässer zu vereinigen oder etwa zu Rieselzwecken zu benutzen sind.

Danach liegen für die Einteilung in Radialsysteme die örtlichen Verhältnisse im allgemeinen um so günstiger, je unausgesprochener oder auch je stärker wechselnd die Oberflächengestalt des Entwässerungsgebietes ist. Immer aber ist Voraussetzung für die Anwendbarkeit, daß es sich um ein Entwässerungsgebiet von bedeutender Ausdehnung, oder auch von wesentlichen Verschiedenheiten in der Gestalt, Lage oder den orographischen Verhältnissen von Teilen desselben handelt. — Die Berliner Radialsysteme sind durchschnittlich 588 ha groß, das kleinste (I) hat 273 ha, das größte (V) 797 ha Flächenausdehnung.

Im allgemeinen ersieht sich aus dem, was über „Systeme" vorstehend angeführt ist, daß die Anwendung eines gewissen, selbst nur leichten Schemas große Vorsicht erfordert, die Aufgabe vielmehr darin besteht, eine den Besonderheiten des Entwässerungsgebietes, unter Hinzunahme der Reinigungsanlage für die Abwasser, möglichst gut angepaßte Ausgestaltung des Kanalnetzes anzustreben, ohne dabei in mehr als ganz allgemeiner Weise an ein bestimmtes „System" sich zu binden.

Hobrecht, *Die Kanalisation von Berlin*, 1884.
Franzius u. Sonne, *Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Bd.*
Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen u. Städtereinigung*, 1890.
Entwässerung der Stadt Szegedin in d. Dtsch. Bauztg. 1887.

X. Baumaterialien und Konstruktion der Kanäle.

In erster Linie müssen die zum Bau der Kanäle benutzten Materialien möglichst undurchlässig sein, im zweiter ausreichende Druckfestigkeit besitzen und widerstandsfähig gegen die den Kanal passierenden Stoffe sein; in dritter Linie müssen sie glatte Oberfläche haben, um die Bewegung der Wasser möglichst wenig aufzuhalten, in letzter leicht bearbeitungsfähig zu den verschiedenen Formen sein, deren man zu der Profilgestaltung bedarf.

Im strengen Sinne des Worts ist kein Baumaterial wasserundurchlässig (vergl. unter VI.); es bestehen dabei aber sehr weitgehende Unterschiede. Obige Forderung besagt daher nur, daß zu Kanälen die am wenigsten wasserdurchlässigen Baumaterialien verwendet werden sollen. Es kommen dabei sowohl die Steine als der Mörtel in Betracht. Was letzteren betrifft, so ist nur hydraulischer Mörtel (nicht sogen. Luftmörtel, der viel zu langsam, vielleicht im Wasser überhaupt nicht erhärtet) verwendbar. Hydraulische Mörtel sind: sogen. hydraulischer Kalk, Traß, Puzzolanerde und Cemente, unter welchen letzteren der Portlandcement der vorzüglichste ist.

1. Glasierte Thonrohre.

Beiderseits glasierte Thonrohre, wenn gut (aber nicht bis zur Sinterung) gebrannt, von nicht zu geringer Wandstärke (bei kleinem Kaliber etwa $^1/_8$, bei mittlerem $^1/_{10}$, bei großem etwa $^1/_{12}$ der lichten Weite), sind ein ausgezeichnetes Material, das deshalb auch in sehr ausgedehnter Anwendung steht.

Ueber die ungünstigen Abflußverhältnisse, welche die Kreisform bei Kleinwassern besitzt, ferner über die Zerstörungsgefahr durch äußeren Druck und betreffs der üblichen Weiten glasierter Thonrohre vergl. unter VIII. Thonrohre mit Eiprofil kommen zwar vor, doch nur selten, da die Fabrikationsschwierigkeiten groß und solche Rohre daher teuer sind.

Hinsichtlich der Rohrfabrikation ist zu fordern, daß die Muffen nicht als besonderer Teil geformt und an das Rohr angesetzt werden, sondern daß beide Teile in einem und demselben Stück geformt werden. Es dürfen ferner die Rohre nicht allzu scharf gebrannt sein, weil sie alsdann unter äußerem Druck leicht zerspringen. Die Rohre dürfen keine Stellen haben, an denen infolge von Sinterung sich Klumpen oder andere grobe Unebenheiten zeigen; endlich dürfen auch keine Löcher in der Wand vorkommen, die oft vorhanden sind, wenn der Thon Kalk in gröberen Stücken enthielt. Einen großen Vorzug besitzen Thonrohre darin, daß eine ausreichende Prüfung kaum mehr als eine sorgfältige Inaugenscheinnahme fordert.

Die Länge der einzelnen Schüsse ist 1 m. Die Muffenverbindung von je zwei Rohren muß zwar dicht, aber nicht starr sein, damit kleine Bewegungen infolge von Bodenerschütterungen sich vollziehen können, ohne daß die Leitung undicht wird.

Diesen Zweck erfüllt eine Art Kitt, welcher härter als Thon, aber weniger hart als hydraulischer Mörtel und dabei etwas nachgiebig ist und aus etwa 37 T. gemahlenem Thon, 24 T. Ziegelmehl, 19 T. Chamottemehl, 12 T. Eisenhammerschlag, 8 T. Kalkpulver besteht. — Es wird auch wohl eine Mischung von Asphalt und Ziegelmehl, auch von Asphalt und Pech verwendet.

Am häufigsten erfolgen die Muffendichtungen mit einer geteerten Hanfflechte (Teerstrick) im Grunde der Muffe und unter Ausfüllung des oberen Teiles derselben mit plastisch angemachtem, fettem Thon. Danach wird noch ein kräftiger, bis etwa 4 cm starker Wulst aus plastisch angemachtem Thon außen um die ganze Muffe gelegt. Eine solche Dichtung, gut ausgeführt, leistet (nach Versuchen von Frühling) einem Druck von mindestens 2 m Wassersäule ausreichenden Widerstand. Um aber eine gute Dichtung zu erzielen, müssen die Rohre auch möglichst gerade und kreisförmig sein, und muß auf ihre centrische Verlegung die größte Sorgfalt verwendet werden. Sowohl für die zulässige Abweichung von der geraden als von der Kreisform pflegt man in Verträgen feste, unüberschreitbare Normen zu ziehen. Es empfiehlt sich aber nicht, hierin eine übertriebene Strenge walten zu lassen, weil es sehr schwer ist, Form-Ungenauigkeiten der Rohre zu vermeiden, daher überstrenge Anforderungen die Rohre übermäßig verteuern würden. Um sich von der Güte der Verlegung zu überzeugen, ist jede kurze, eben erst verlegte Leitungsstrecke auf etwaige Ab-

weichungen von der geraden Richtung und vom Gefälle sorgfältig zu prüfen.

Wenn Thonrohrleitungen in der Nähe von Bäumen oder Strauchwerk vorbeigeführt werden, sind sie sehr der Gefahr des Hineinwachsens von Wurzeln (durch die Muffendichtung) unterworfen. Um dieser Gefahr, die leicht eine völlige Verstopfung herbeiführen kann, zu begegnen, füllt man den oberen Teil der Muffe anstatt mit Thon mit Cementmörtel aus. Letzterer ist aber sehr starr, wodurch bei Bodenerschütterungen die Gefahr von Brüchen entsteht. Diese Gefahr wird etwas ermäßigt, wenn man den Wulst um die Muffe aus Cementmörtel bildet und letztere mit plastisch angemachtem Thon bezw. Teerstrick füllt.

2. Kanäle und Rohre aus Cementbeton.

Dieselben besitzen im allgemeinen größere Genauigkeit der Form als gebrannte Thonrohre, und geben in der Glattwandigkeit jenen wenigstens im Anfang nicht nach. Wenn aber auch in letzterer Hinsicht sich später, etwa infolge reibender Wirkung der Abwasser, ein gewisser Manko einstellt oder Abblätterungen der Oberfläche auftreten, so werden doch Abflußgeschwindigkeit und Ablagerung von Sinkstoffen dadurch erst beeinflußt, wenn jene Schäden einen gewissen größeren Umfang annehmen, weil die große Genauigkeit der Form ausgleichend wirkt. Ein berechtigter Vorwurf trifft Betonkanäle darin, daß es nicht leicht ist, die Güte des Fabrikats zu prüfen, man also auf die Verläßlichkeit des Fabrikanten oder auf eine sehr genaue Kontrolle des Arbeitsverlaufes angewiesen ist; letztere jedoch erscheint nur selten möglich. Einen Vorzug besitzen Betonrohre geringerer und mittlerer Weiten darin, daß sie in größeren Längen als gebrannte Thonrohre hergestellt werden, die Anzahl der Stöße in einer Leitung also entsprechend geringert ist.

Kreisprofile und Eiprofile sind im Beton mit gleicher Leichtigkeit herstellbar. Ein gewisses Mehr an Gewicht, wie ferner eine Abplattung an der unteren Seite, die man Cementrohren giebt, dienen zur Vermehrung der festen Lage der Rohre.

Die Verbindungen von zwei Längen geschehen durch kurzes Ineinanderschieben der Enden und Verstreichen der Dichtungsstelle mit Cementmörtel. Letzterer besitzt aber nur geringe Zugfestigkeit, ist daher gegen Stöße und Verschiebungen empfindlich. Doch haben sich in der Praxis Beton-Kanäle und -Rohre vielfach bewährt.

Neuerdings kommen Rohre aus Cement vor, in deren Wand Drahtgewebe oder Eisenstäbe eingebettet sind. Diese Einlagen haben den Zweck, den Mangel an Zugfestigkeit des Cements zu ergänzen, bez. die Rohre dünnwandiger herstellen zu können. Bis heute liegen aber noch keine ausreichend langen Erfahrungen über solche Rohre vor.

Beschränkungen, die in den Profilgrößen glasierter Thonrohre stattfinden, kommen bei Beton-Rohren in Wegfall. Bei größeren Weiten fallen aber die Betonrohre wegen der größeren Wandstärke so schwer aus, daß die Konkurrenzfähigkeit mit glasierten Thonrohren aufhört. Um an Transportkosten möglichst zu sparen, wird zuweilen die Herstellung von Betonkanälen in der Baugrube selbst vorgenommen. Das Verfahren ist aber nur bei größeren Weiten der Kanäle gut anwendbar und gewährt für die Güte des Werkes nicht denjenigen Sicherheitsgrad,

welcher vorhanden ist, wenn die Herstellung in regelmäßigem Fabrikbetriebe geschieht, da Einübung der Arbeiter bei der Güte der Erzeugnisse aus Cement eine sehr große Rolle spielt. Für die Ableitung stark säurehaltiger Wasser sind Betonrohre ungeeignet, da Cement von denselben angegriffen wird.

3. Asphaltrohre.

Asphaltrohre aus Pappe und Asphalt in längeren „Schüssen“ erzeugt, sind für Säuren angriffsfrei, doch die Dichtungen der Stöße unsicher. Sie werden nur von ein paar Fabriken hergestellt und sind schon darum teuer.

4. Kanäle aus Ziegelsteinen.

Bei den größeren aus Ziegelsteinen herzustellenden Kanälen können die gewöhnlichen Ziegelformate benutzt werden; bei den kleinen (unter 1 m Weite) verwendet man besser keilförmige Steine, mit denen eine gute Ausführung sicherer als mit Ziegeln des gewöhnlichen Formats erzielbar ist. Die Steine müssen bester Qualität, d. h. hart gebrannt sein, nicht nur weil der härtere Stein auf die Dauer die glattere Oberfläche bewahrt, sondern auch weil derselbe weniger wasserdurchlässig ist als der weichere. Wenn die Oberfläche der Ziegelsteine zu rauh oder die Form der Steine ungenau ist, wird man zweckmäßig im Innern einen Putzüberzug auftragen, vielleicht im ganzen Profil, vielleicht auch mit Beschränkung auf die Sohle und den unteren Teil der Wände. Die Sohle kann auch aus glasierten Steinen hergestellt werden. — Die Güte eines Putzüberzuges der Außenseite eines gemauerten Kanals, den man als Schutz gegen Durchlassigkeit der Kanalwand zuweilen anwendet, erscheint wenig gesichert (vgl. auch unter VI).

5. Kanäle aus Haustein.

Große Härte von Haustein verursacht hohe Bearbeitungskosten; daher wählt man lieber einen etwas weniger harten, aber sonst guten Stein, wie z. B. feinkörnigen Sandstein und dichten Kalkstein, doch sind die Wandflächen der Kanäle nicht immer glatt genug. Dagegen hat man das Mittel angewendet, die Innenseite des Kanals nur roh zu bearbeiten und alsdann einen glatten Cementputz aufzutragen.

Haustein empfiehlt sich durch geringe Fugenzahl und die leichte Möglichkeit der Herstellung eines guten Fugenschlusses. Oft ist aber Haustein, besonders Sandstein, stark porös und Kalkstein hält dem CO^2-Gehalt der Abwasser wie der Wirkung des Wechsels von Nässe und Trockenheit nicht stand.

6. Eisenrohre.

Rohre aus Eisen kommen der Kostspieligkeit halber nur für besondere Stellen und Zwecke, z. B. bei größerer Gefährdung durch äußeren Druck, in Flußkreuzungen, zu Leitungen, in denen das Wasser unter Druck fließt, zu Dükern und Hebern, zur Anwendung. Sie bedürfen eines sogen. Asphaltüberzuges und beständigen Volllaufens, damit den zerstörenden Agentien nicht auch noch der Luftsauerstoff hinzutrete.

Es scheint, daß bei diesen Vorsichtsmaßregeln Gußeisenrohre eine lange Dauer erreichen können.

Druckrohranlagen (immer aus Eisen herzustellen) folgen in ihrer Tiefenlage der Terraingestalt. Sie erhalten an den tiefsten Punkten Ablässe für den Fall von Beschädigungen, sowie zur Beseitigung etwaiger Ablagerungen; nach Erfahrungen in Berlin besteht bei einer Wassergeschwindigkeit von 1 m letztere Gefahr aber nicht. An den höchsten Punkten müssen Entlüftungshähne für täglichen Betrieb durch Hand angebracht werden, weil Kanalwasser viel Gase entwickeln und durch lokale Ansammlung derselben der Abfluß stark gehemmt, der Druckwiderstand in den Pumpen gesteigert und Gefahr für den Bestand der Leitung herbeigeführt werden kann. Bei der schmutzigen Beschaffenheit des Wassers sind selbstthätige Entlüftungshähne nicht sicher gangbar.

Was die Gefahr des Einfrierens von Druckleitungen betrifft, so ist dieselbe nach den Erfahrungen in Berlin gegenstandlos. Die Temperatur des Kanalwassers geht hier nicht unter 7,5° C herab; sollten örtlich sich niedrigere Temperaturen herausstellen, so entstehen dadurch auch wieder Dichtigkeitsverschiedenheiten, die zu Strömungen Anlaß geben, welche der Frostgefahr entgegenwirken. Allem Anschein nach bedarf es zum Frostschutz der Druckrohrleitungen einer besonderen Tiefenlage nicht; da aber ein nicht tiefliegender Temperaturgrad der Abwasser dann wertvoll ist, wenn es sich um Reinigung derselben durch Berieselung auch zur Winterszeit handelt, so wird man für solche Fälle die größere Tiefenlage der geringeren vorziehen.

Ueberschreitungen von Flußläufen, sei es mittels oberirdischer Führung, sei es mittels Düker, sind gewöhnlich aus Schmiedeeisen herzustellen, weil Gußeisen dafür nicht elastisch genug ist.

7. Chemische und physikalische Wirkungen, welchen die Kanalwände unterworfen sind, und Schutzmittel dagegen.

Hierbei handelt es sich:

1) um die zerstörenden Einflüsse chemischer Agentien des Kanalwassers und
2) um die physikalische (reibende) Wirkung der dem Wasser beigemengten festen, vorzugsweise mineralischen Stoffe.

Unter den chemischen Agentien ist zunächst das Ammoniak zu erwähnen, welches durch Umsetzung mit den in gemauerten Kanalwandungen enthaltenen Alkalien schwefelsaure Salze (den sogen. Mauerfraß) erzeugen kann. Die Mengen, in welchen das Ammoniak im Kanalwasser angetroffen wird (S. 131), sind jedoch, abgesehen von einzelnen Stellen, wo die Zuführung in größeren Mengen stattfindet (z. B. mit den Abwassern aus Gasanstalten), zu gering, um dieser Gefahr eine erhebliche Bedeutung beilegen zu müssen. Wichtiger ist dagegen der im Wasser enthaltene Gehalt an Säuren (Schwefel-, Salpeter-, Salzsäure).

Gegen den zerstörenden Einfluß dieser findet sich in den betr. Polizeivorschriften zuweilen die Bestimmung, daß saure, salzige und alkalische Wasser mit mehr als 0,1 Proz. Säuren, Salz oder Alkali nicht in die Kanäle aufgenommen werden. Diese Vorschrift erscheint aber reichlich weitgehend, da Erfahrungen lehren, daß auch ein bedeutend höherer Gehalt dann keinen Schaden an den Leitungen anrichtet, wenn dieselben außer Säuren auch reichliche Mengen von Abwassern

gewöhnlicher Art führen; vielleicht daß bei diesem Schutz die Anwesenheit organischer Stoffe, inbesondere solcher, die aus Humus stammen, eine Rolle spielt. Manche Städte begnügen sich daher damit, zu verlangen, daß die mineralische Säuren enthaltenden Wasser auf dem Grundstück in einer ausreichend großen Grube mit Regen- und Hauswassern zusammengeführt und erst von dieser aus in die Entwässerungsleitung abgelassen werden. *Warme* Wasser begünstigen den Angriff der Kanäle.

Gegen die Schädigungen durch Reibung muß durch Auffangvorrichtungen außerhalb der Kanäle vorgekehrt werden. Dabei wird gleichzeitig eine Verbesserung der Vorflut geschaffen. Desgleichen darf die Geschwindigkeit des Wassers im Kanal gewisse Grenzen (vergl. S. 192) nicht überschreiten. – Die Reibungswirkung ist im allgemeinen durch die Menge der Sinkstoffe, die das Kanalwasser führt, bestimmt, spezieller durch den Anteil an spezifisch schweren Sinkstoffen und solchen von eckiger Gestalt. Hierzu sind die betr. Angaben unter III zu vergleichen.

Auch bei guten Auffangvorrichtungen sind *Ablagerungen* von Sinkstoffen in Kanälen (abgesehen von der Ursache zu geringer allgemeiner Geschwindigkeit des Wassers), nicht ganz zu vermeiden; vielmehr wird es immer einzelne Stellen in einem Kanalnetz geben, wo sie vorkommen. Besonders sind dies *Profilerweiterungen* und Abschnitte, wo durch Gefälleänderungen die Wassergeschwindigkeit verlangsamt wird, endlich besonders rauhe Stellen der Kanalwände.

Sehr leicht bilden sich Ablagerungen da, wo zwei oder mehrere Rohre zusammentreffen, sowohl weil hier eine Profilerweiterung stattfindet, als auch weil die Richtungen der zwei (oder mehr) Wasserströme nicht zusammenfallen. Es muß deshalb erstrebt werden, an solchen Zusammenschlüssen den möglichsten Ausgleich sowohl der Profile als der Richtungen zu erzielen. Die Richtungen dürfen nie *rechtwinklig* auf einander treffen, sondern nur unter *spitzem Winkel*, (tangential) und die Profile müssen durch Einlegung von sorgfältig ausgebildeten sogen. *Zungen* so weit als möglich ausgeglichen werden, damit nicht die Gelegenheit zur Ablagerung von Sinkstoffen begünstigt werde.

Die Fig. 15—17 dienen zur Veranschaulichung einer bezüglichen Konstruktion einfachster Art. Fig. 15 zeigt den tangentialen Anschluß des Zweigkanals, und die Gestaltung der Zunge im Grundriß, Fig. 16 die Profilerweiterung, welche an dieser Stelle stattfindet und die Gestaltung der Zunge in der Seitenansicht, Fig. 17 den Querschnitt nahe dem obern Ende der Zunge genommen.

Fig. 15—17. Zusammenschlüsse von Rohren.

Figur 17 enthält einen *Höhenunterschied* in der Sohlenlage der beiden Kanäle, über welchen folgendes Allgemeine anzuführen ist: Wenn die beiden verbundenen Kanäle gleiches Gefälle hätten und ihre Sohlen am Treffpunkt in gleicher Höhe lägen, würde bei ange-

stauetem Wasserspiegel der kleinere der beiden Kanäle unter Druck stehen und in ein langes Kanalstück hinein sich Rückstau erstrecken, beides sehr unerwünschte Vorgänge. Man kann dieselben dadurch etwas vermindern, daß man dem kleineren Kanal das stärkere Gefälle giebt, ihn aber ganz vermeiden, wenn man den kleineren Kanal etwa in Scheitelhöhe des großen anschließt. Da indes dabei ein beträchtliches Stück an Gefälle für den ersteren preisgegeben wird, ist dieses Hilfsmittel da, wo man nicht über ein großes Gefälle verfügt, nicht anwendbar. Im allgemeinen (und abgesehen von dem Falle, wo die Geringfügigkeit des Gefälles dazu zwingt, die Sohlen beider Kanäle gleich hoch zu legen) besteht das richtige Verfahren darin, für den Zusammenschluß einen solchen Punkt der Profilhöhe des großen Kanals zu wählen, daß bei den während der längsten Dauer bestehenden Spiegelständen der beiden Kanäle sowohl unmittelbar vor als unmittelbar hinter der Vereinigungsstelle kein Höhenunterschied besteht; dies wird der Fall sein, wenn beide Spiegel nach der Durchschnittsmenge des häuslichen Brauchwassers angenommen werden. Abweichungen sind zulässig, wenn große Gefälle zur Verfügung stehen.

Wenn trotz Sorgfalt bei der Konstruktion in Bezug auf die Vermeidung von Ablagerungen an solchen Stellen Zweifel obwalten, so wird man, sofern der Stammkanal besteigbar ist und ein Einsteigeschacht nicht zu entfernt liegt, kein besonderes Hilfsmittel bedürfen, höchstens ein sogen. Lampenloch (S. 220) anlegen, wenn aber der Kanal zum Besteigen zu eng ist, einen Einsteigeschacht.

8. Wasserschlüsse.

Wasserschlüsse sind Vorrichtungen, die den Zweck haben, die Verbindung zwischen dem Luftinhalt zweier Räume (oder Gefäße) zu verhindern, ohne aber dem dazu dienenden Zwischenmittel, dem Wasser, den Uebertritt von dem einen in den anderen Raum zu versperren. Sie dienen bei Entwässerungen dem wichtigen Zwecke, übelriechende oder schädliche Gase von geschlossenen Räumen oder vom Einschlagen gewisser Wege, deren Passierung verhindert werden soll, abzuhalten.

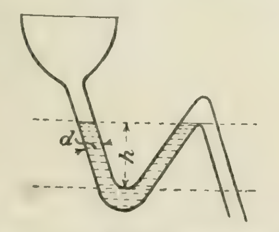


Fig. 18. Siphonwasserschlufs.

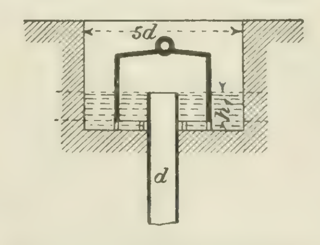


Fig. 19. Glockenwasserschlufs.

Wasserschlüsse kommen in zahlreichen, äußerlich wechselnden Formen vor, welche aber alle auf zwei Grundformen zurückführbar sind: den Siphonwasserschluß (auch Traps genannt), Fig. 18, und den Glockenwasserschluß, Fig. 19. Zwischen beiden Formen besteht, abgesehen von der Verschiedenheit der Anpassung an bestimmte Zwecke, ein Unterschied, der die Leistung selbst betrifft.

Bei übereinstimmender Weite d des Abflußrohres der beiden Typen bedarf der Glockenverschluß mindestens die Weite $= 4\, d$ für den Wasserbehälter. Rechnet man mit dieser Mindestweite, so muß, damit Gleichheit der Wassermengen in beiden Typen besteht, die Bedingung erfüllt sein:

$$4^2\, d^2\, \frac{\pi}{4}\, h_1 = 2\, d^2\, \frac{\pi}{4}\, h; \text{ woraus } h_1 = \frac{1}{8}\, h, \text{ und } h = 8\, h_1.$$

Da von der Höhe des Wasserschlusses sein Widerstand nicht nur gegen gewaltsame Zerstörung, sondern auch gegen langsame Aufhebung durch Verdunsten in besonderem Grade bedingt ist, so ersieht man, daß der Glockenwasserschluß mit derselben Wassermenge wie der Siphonwasserschluß viel weniger leistet als dieser. Leichtes Schütteln schon, oder Fortnahme eines kleinen Teils des Wassers kann den Glockenwasserverschluß unwirksam machen, während bei Fortnahme desselben Höhenteils im Siphon der Wasserschluß immer noch wirksam bleibt. Daher ist der Glockenwasserschluß zum Gebrauch an besonders gefährdeten Stellen weniger gut geeignet als der Siphon, seine Anwendbarkeit also, wenn er nicht außergewöhnliche Höhe erhält, auf die Fälle beschränkt, wo die Unverletztheit immerwährend kontrolliert wird. Einen Vorzug hat dagegen der Glockenwasserschluß vor manchen Formen des Siphons in der leichten Reinigungsfähigkeit voraus.

Zerstörungen der Wasserschlüsse finden durch Luftdruck-Verschiedenheiten, welche an den beiden Seiten bestehen, statt. Solche Verschiedenheiten können durch Bewegung der Luft, sei es auf der einen, sei es auf der anderen Seite, hervorgerufen werden.

Die Abhängigkeit des Luftdrucks von der Luftbewegung ist durch die Bedingung gegeben:

$$K = \frac{Q}{g}\,\frac{v^2}{2},$$

worin K den Luftdruck, für 1 qm gedrückter Fläche. bezeichnet, v und g bekannte Größen sind. Es läßt sich nach dieser Formel leicht die geringste Wassersäulenhöhe ermitteln, die ein Wasserschluß haben muß, um nicht von einem einseitig wirkenden Luftdruck zerstört zu werden. Wird z. B. für Q der höchste Wert trockener Luft bei 760 mm Barometerdruck und 0^0 Temperatur und für die Erdacceleration g der Wert 9,81 eingesetzt, so ergiebt sich:

$$K = \frac{1{,}2932}{2\,.\,9{,}81}\, v^2 = 0{,}066\, v^2.$$

Es werde nur für v der (hohe) Wert $= 3$ angenommen; dafür ergiebt sich: $K = 0{,}06\,.\,9 = 0{,}594$ kg, rund 600 g, welchem Werte die Wassersäulenhöhe $h =$ rund 0,6 mm entspricht. Setzt man $v = 5$ m ein, so findet sich $K = 1{,}65$ kg, wozu die Wassersäulenhöhe $h = 1{,}65$ mm gehört.

Da die Wasserschlüsse in der Wirklichkeit das 10—20-fache dieser Höhe erhalten, erscheint der Fall, daß bei der gewöhnlichen Geschwindigkeit der Luftbewegung im Kanal dieselbe den Weg durch den Wasserschluß freimachen könnte, ausgeschlossen, und müssen daher die Luftdruckverschiedenheiten, bei denen solche Vorgänge sich ereignen, viel größer

sein. Dieselben können durch viel heftigere als die in der obigen Rechnung vorausgesetzte Luftbewegungen zustande kommen. Solche aber können stattfinden, indem Wasser aus größerer Höhe neben dem Wasserschluß im Rohre herabstürzt und so eine Luftverdünnung im Rohr oberhalb des Wasserschlusses hervorruft, oder auch indem durch Rückschlag in dem Rohre oberhalb Luftpressung entsteht. Im ersten Fall wird der Wasserschluß durch Aussaugen, im zweiten durch Herausdrängen (Verspritzen) des Wassers am anderen Ende zerstört werden. Ebenfalls ist nicht ausgeschlossen, daß häusliche Wasserschlüsse durch besondere Luftdruckverhältnisse, die im Straßenkanal stattfinden, zerstört werden.

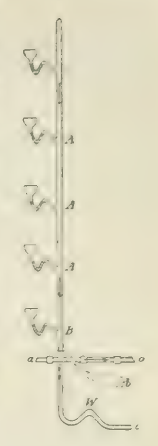


Fig. 20.

Fig. 20 veranschaulicht die beiden hier erörterten Fälle. Die Wasserschlüsse A können durch Herabstürzen einer gewissen Wassermenge aus der Höhe oberhalb A ausgesaugt werden; das Wasser aus dem Wasserschluß B dagegen kann durch den Rückprall, welchen das herunterstürzende Wasser beim Eintritt in den horizontalen Rohrstrang erleidet, — durch das Becken hindurch — verspritzen.

Ueber die Möglichkeit des Aussaugens der Wasserschlüsse läßt sich durch eine kurze Rechnung leicht Klarheit schaffen. Ein Wasserschluß enthalte die Wassermenge 1,5 l bei der Höhe h; er wird das Wasser jedenfalls verlieren wenn die Luft im Fallrohr auf die Spannung = 0 gebracht ist, weil dann von der anderen Seite der volle Barometerdruck (bis 760 mm Quecksilbersäule) wirkt. Zur Ausdehnung von 1 cbm Luft der Temperatur 0 auf das Volumen ∞ (= Spannungslosigkeit) ist die erforderliche mechanische Arbeit 19500 . 1,2932 = 25217 mkg, daher die zur Ueberführung der Luftmenge 1,5 l in den spannungslosen Zustand erforderliche mechanische Arbeit 0,0015 . 25217 = 37,82 mkg. Diese Arbeit würde allerhöchstens zu leisten sein, um den zur Aufnahme von 1,5 l Wasser erforderlichen Raum für das Wasser frei zu machen, und dazu müßten beispielsweise entweder 10 l Wasser aus 3,8 m Höhe oder 5 l Wasser aus 7,6 m Höhe oder 2,5 l Wasser aus 15,1 m Höhe in geschlossener Masse im Fallrohr herabstürzen.

In der Wirklichkeit wird das Aussaugen der Wasserschlüsse wohl schon beim Herabstürzen beträchtlich kleinerer als der hier berechneten Wassermengen geschehen können, weil schon ein mäßiger Grad der Luft-Verdünnung im Rohr genügt, keineswegs Luft-Leere erforderlich ist; diese Ansicht wird durch die Erfahrung bestätigt.

Bei der Rechnung ist der wichtige Einfluß, den die Rohrweite auf das Aussaugen der Wasserschlüsse übt, gewissermaßen nur versteckt zur Geltung gebracht worden, indem als Bedingung für das Aussaugen das Herabstürzen des Wassers in geschlossener Masse hingestellt worden ist. Damit dies stattfinden könne, darf der Rohrdurchmesser diejenige Größe nicht überschreiten, bei welcher die Zuführung des Wassers rasch genug erfolgt, damit der Rohrquerschnitt ganz gefüllt und so gewissermaßen ein Wasserpfropfen von größerer oder geringerer Länge im Rohr gebildet wird. Da dies thatsächlich nur bei engen Fallrohren stattfinden kann, so ergiebt sich, daß bei

Fallrohren von größerer Weite ein Aussaugen der Wasserschlüsse nicht gefürchtet zu werden braucht, umgekehrt weite Rohre, wenn ihr oberes Ende offen ist, ein günstiges Verhalten zeigen werden, da in ihnen das in nicht geschlossener Masse herabstürzende Wasser gewöhnlich Luft aus dem Freien ansaugen und mit sich in die Tiefe der Rohrleitung (bezw. des Straßenkanals) hinabführen wird.

Daß eine solche Wirkung thatsächlich in großem Maße stattfindet, wird z. B. durch die Konstruktion des unter dem Namen Aeolus (auch Viktoria-Ventilator) bekannten, durch Wasser betriebenen Lüftungsapparates praktisch demonstriert, ist auch durch Versuche an Fallrohren selbst nachgewiesen worden. Es soll sich dabei ergeben haben, daß die aus dem Freien angesaugten Luftmengen unerwartet große sind, beispielsweise in einem Rohr von 13 cm Weite die eingesaugte Luftmenge das 6-fache der Wassermenge, in einem Rohr von 10 cm Weite dieselbe sogar das 9- bezw. 11-fache der Wassermenge betrug; doch liegen bei diesen Zahlen vielleicht Beobachtungsfehler vor. (Vergl. Bd. VIII, S. 196.)

Die gesetzmäßigen Unterlagen der Erscheinung sind verwickelt; einiges Nähere dazu wird weiterhin mitgeteilt. Ueber die hiernach und nach sonstigen Rücksichten zu bemessende Weite der häuslichen Fallrohre s. unter XVI.

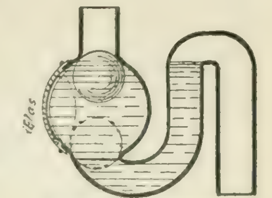
Wird von Vergrößerung der Rohrweite auf seiner ganzen Länge Abstand genommen, so liegt als Abhilfsmaßregel gegen das Aussaugen der Wasserschlüsse der Gedanke nahe, das Fallrohr in demjenigen Höhenteil, in welchem der vom Wasserschluß kommende Ansatzstutzen das Fallrohr erreicht, mit einem vergrößerten Durchmesser herzustellen, gewissermaßen eine Art Windkessel zu schaffen, der wenigstens zum Teil mit Luft von Atmosphärenspannung erfüllt bleibt. Dies wird jedenfalls geschehen, wenn das von oben zugeführte Fallrohrstück um eine gewisse Länge in den Windkessel hinabreicht, während der zum Wasserschluß führende Stutzen seitlich etwas höher ansetzt. Die Benutzung des Windkessels (dessen notwendige Größe durch Versuche zu ermitteln wäre) kann aber an manchen Stellen so unbequem sein, daß auf dieses Mittel verzichtet werden muß.

Von Renk ist vorgeschlagen worden, am oberen Ende des aufsteigenden Schenkels vom Siphon den Rohrquerschnitt durch Einsetzen eines sogen. Stehblechs zu verengen, um dadurch dem Entweichen der Luft ein gewisses Hemmnis zu bereiten. Das Mittel würde jedenfalls einige Wirkung üben; zu bedenken ist aber, daß die Verengung Anlaß zum leichten Hängenbleiben von fremden Stoffen besonderer Form (wie Zeug- und Papierresten, Haaren, Pflanzenfasern u. s. w. an dieser Stelle), und so zu Verstopfungen des Siphons den Anlaß giebt; es wäre auch nicht ganz ausgeschlossen, daß durch Kapillarwirkung ein Aussaugen des Wasserschlusses stattfände.

Auch dadurch, daß durch herabstürzendes Wasser im Fallrohr eine Luftkompression anstatt einer Verdünnung erzeugt wird, könnte eine Zerstörung der Wasserschlüsse *A*, *A*, *A* (Fig. 20 S. 213) hervorgerufen werden; doch liegt hierzu mehr eine theoretische Möglichkeit als ein der Erfahrung entsprechender Vorgang vor, wogegen der Wasserschluß *B* in Fig. 20 der Zerstörung auf diese Weise leicht ausgesetzt ist, um so leichter, je näher er dem Uebergange des senkrechten Fallrohrs in das horizontale Leitungsstück liegt und je schroffer die Zusammenführung der

beiden Rohre stattfindet. Um Sicherheit zu schaffen, darf die Zusammenführung nicht nach Konstruktion *a* und *c* in Fig. 20 S. 213 geschehen, sondern muß in der Weise, wie zu *b* dargestellt ist, bewirkt werden.

Ein Mittel gegen Brechen des Wasserschlusses, ob dieses nun durch Saug- oder Druckwirkung der Luft erfolgt, gewährt der Wasserschluß mit Kugelventil, Fig. 21. Gegen Druck von unten schließt der Gummiball oben, gegen Druck von oben, unten; es kann daher nur die während der Bewegung des Balls ausfließende geringe Wassermenge dem Wasserschluß verloren gehen. Das setzt aber voraus, daß der Ball funktioniert, worauf jedoch nicht sicher zu rechnen ist, weil wegen an dem Ball haftenden Schmutzes die Kugelgestalt desselben leicht verloren geht. Zur Kontrolle über die stete Gangbarkeit des Ventils und zum öfteren Reinigen kann das Gehäuse eine kleine Thür aus Glas erhalten.


Fig. 21. Wasserschluſs mit Kugelventil.

Außer durch die bisher besprochenen Ursachen hört das Bestehen eines Wasserschlusses zuweilen vermöge Verdunstung seiner Wassermenge oder eines Teils derselben in Zeiten langen Nichtgebrauchs auf; dies ereignet sich nicht selten bei Wasserschlüssen unter Wasserklosetts. Gegen diese Gefahr vermag nur entweder häufige Revision, oder eine Verbindung mit der Wasserleitung mittels eines kleinen Rohrs nebst Hahn, der beständig geöffnet bleibt, zu schützen. Besonders letzteres Mittel empfiehlt sich; es ist wenig kostspielig, und die Kosten können nicht in Betracht kommen, wenn man die immerwährende wohlthätige Auffrischung, welche der Wasserschluß dabei erfährt, mit in Anschlag bringt.

Die Sicherheit des Bestehens der Wasserschlüsse ist um so größer, je größer die Wassersäulenhöhe derselben; da aber in geringerem Grade auch die Wassermenge mitwirkt, besitzen gute Wasserschlüsse nicht nur reichliche Höhe, sondern auch eine gewisse Weite. Die Höhe wird aber vielfach zu gering angenommen, da man bei engen Röhren bis auf 3 cm herabgeht, bei Rohrweiten von 10 cm und darüber oft Höhen von nur 6—8 cm, seltener 10 cm antrifft; 12—15 cm würden besser sein. Die enge Grenze, an welche man sich mit der Höhe oft bindet, entspringt der Besorgnis vor öfterer Verstopfung. Um diese Gefahr leicht beseitigen zu können, müssen Wasserschlüsse, welche von Abwassern passiert werden, zu leichter Zugänglichkeit eingerichtet sein. Häufig geschieht dies durch Anbringen einer Schraube, durch die eine Oeffnung am Grunde des Wasserschlusses freigelegt werden kann. Wo dies Mittel nach der Oertlichkeit nicht angängig ist, muß durch öftere kräftige Spülung für stete Offenhaltung des Wasserschlusses gesorgt werden. Während nun für die in der Erde oder sonstwo versteckt liegenden Wasserschlüsse eine große Weite immer erwünscht ist, wird man Wasserschlüssen, die an den oberen Enden von Leitungen (im Hause u. s. w.) liegen, nicht gern eine mehr als durchaus notwendige Weite geben, weil diese die Einführung von gröberen, lästig gewordenen Gegenständen, in die Leitung ermöglicht. Diese Gefahr ist bei den versteckten Lagen, welche viele Ausgüsse haben, und bei der faktischen Unmöglichkeit, mißbräuchliche Benutzung der Ausgüsse zu verhüten oder nur zu kontrollieren, keineswegs gering anzuschlagen.

Neben sogen. festen Wasserschlüssen, d. h. solchen, bei denen die Wassersäulenhöhe immer dieselbe ist, kommen auch Wasserschlüsse vor, deren Wasserhöhe willkürlich geändert werden kann. Beispiele dieser Art werden weiterhin mitgeteilt.

Nachstehend folgen Abbildungen u. s. w. einiger „fester“ Wasserschlüsse.

Fig. 22 zeigt einen Glockenwasserschluß, wie er besonders in Küchen gebräuchlich ist. — Fig. 23, Siphonwasserschluß von der Form, wie er für Ausgußbecken gewöhnlich angewendet wird, mit Reinigungsschraube am tiefsten Punkt. — Fig. 24 und 25 desgl. für horizontale oder mit geringer Neigung verlegte Leitungen anwendbar. — Fig. 26 und 27 desgl. für Stellen, an denen stehende und liegende Rohre zusammentreffen. Beide sind mit Revisionseingängen versehen.

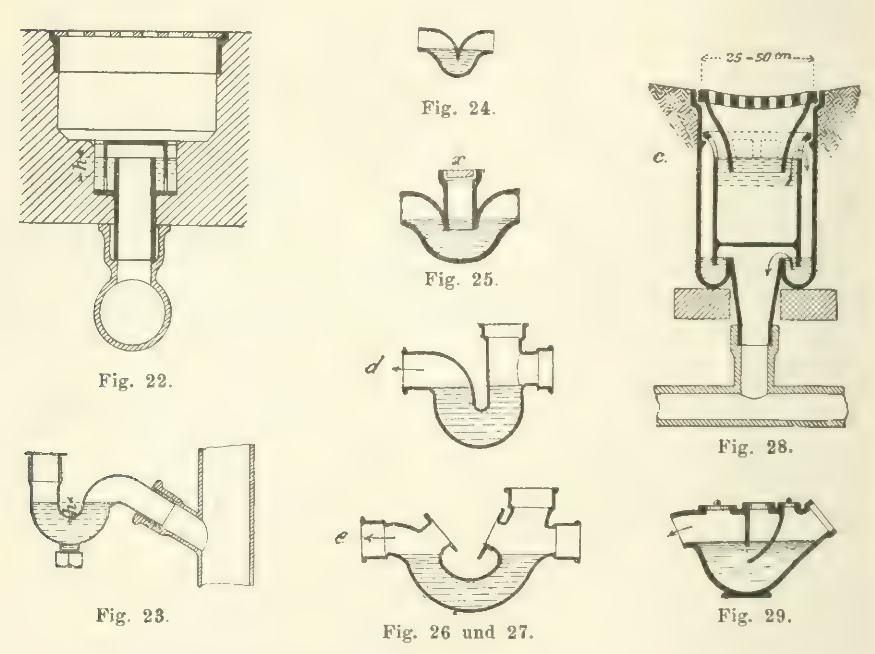


Fig. 22. Glockenwasserschlufs.
Fig. 23. Siphonwasserschlufs mit Reinigungsschraube.
Fig. 24 und 25. Wasserschlüsse für Leitungen mit geringer Neigung.
Fig. 26 und 27. Wasserschlüsse mit Revisionseingängen.
Fig. 28. Doppelter Wasserschlufs.
Fig. 29. Doppelter Wasserschlufs.

Außer einfachen Wasserschlüssen, nach den vorstehenden Abbildungen werden zu mehrerer Sicherheit auch wohl zweifache verwendet. Die Fig. 28 und 29 bieten Beispiele hierzu. Bei der Konstruktion Fig. 28 folgt der eine Wasserschluß der Glocken-, der andere der Siphon-Form; beide sind ganz unabhängig von einander. Bei der Form Fig. 29 besteht eine Abhängigkeit der beiden Wasserschlüsse von einander insofern, als ihre Höhen ungleich sein müssen. Der hinten liegende Wasserschluß bildet nur eine Ergänzung (Erhöhung) des vorderen.

Daher ist der Name „Sicherheitswasserschluß“, den die Konstruktion führt, nicht ganz zutreffend.

Es ersieht sich, daß unschwer auch dreifache Wasserschlüsse herstellbar sind; sie kommen jedoch in Schmutzwasserableitungen kaum vor.

Wasserschlüsse sind nicht absolut dicht gegen den Durchgang von Gasen. Den Zweck, durchgetretene Gase dennoch von dem betr. Raum abzuhalten, verfolgt der „Patent-Geruch-Verschluß“ von Budde & Göhde, Fig 30. Die durchgetretenen Gase sollen durch den im Grunde des Wasserschlusses aufgestellten Kegel gehindert werden, den Weg in das Rohr zu nehmen, vielmehr in den ringförmigen Raum *d* gelangen, aus dem sie durch ein kleines Rohr abgeleitet werden können. — Denselben Zweck erfüllt der Wasserschluß von Behn, welcher über dem Wasserspiegel mit Luft-Zu- und Ableitung versehen ist.

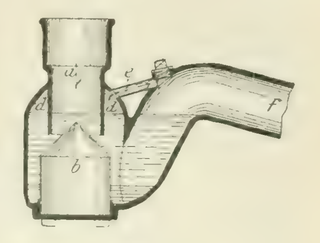


Fig. 30.

Ueber den Einfluſs von Säuren auf die Kanalbaumaterialien, im Bayrisch. Industrie- und Gewerbebl. 1878, *ferner in der Deutsch Bauztg.* 1879, 1882, 1883, 1894, *in der Thonindustrieztg.* 1878, 1893, *im Wochenbl. f. Arch. u. Ingen.* 1879, *im Centralbl. d. Bauverwltg.* 1884.

Ueber die Haltbarkeit der verschiedenen Baumaterialien in den Wiener Kanälen, in der Wochenschr. d. öster. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1879.

Kanäle aus Betonguſs mit Sohlen aus glasiertem Steinzeug, in der Zeitschr. d. öster. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1877.

Ueber das Verlegen von Ableitungsrohren aus gebranntem Thon, im Centralbl. der Bauverwltg. 1889.

Renk, *Die Kanalgase, deren hygien. Bedeutg. u. techn. Behandlg.*, 1882.

Gerhard, *Anlage von Hausentwässerungen*, 1889.

Linse, *Ueber Hauskanalisation*, 1881.

Dazu ferner Gesundheitsingenieur 1893 *u. Hygien. Rundschau* 1894.

XI. Revisionseinrichtungen: Einsteigeschächte und Lampenlöcher u. s. w.

1. Einsteigeschächte.

Wo mehrere Kanäle rechtwinklig oder nahezu rechtwinklig aufeinander treffen, vereinigt man dieselben nicht unmittelbar, sondern gebraucht zur Zusammenführung einen Einsteigeschacht, auch Einsteigebrunnen genannt. Ein solcher wird auch zuweilen an Stellen angelegt, an denen Ablagerungen erwartet werden, und desgleichen auch da, wo man dem Kanal eine Ausweitung für den Zweck giebt, die hier — selbstthätig oder absichtlich — zusammengeführten Schlammmengen an die Straßenoberfläche zu befördern. Zuweilen liegt bei einer Schachtanlage auch der Zweck vor, den Kanal an der betreffenden Stelle für Spül- oder andere Betriebszwecke zugänglich zu machen.

Wenn man die Schachtsohle etwas tiefer legt als die Mündungen der in dieselben eingeführten Kanäle, so wird der unterhalb liegende Höhenteil als Sand- oder Schlammfang (auch Schlammsack genannt) dienen. Solche Ansammlungen in Schächten sind zwar im allgemeinen zu verwerfen, auch wenn die Reinigung eine häufige ist. Doch erscheinen Schlammsäcke da, wo Straßenbeschaffenheit und Straßenreinigung mangelhaft sind, wie auch da, wo der Wasserverbrauch sehr

beschränkt ist, als ein notwendiges Uebel, weil ohne sie den unteren Teilen des Kanalnetzes beträchtliche Mengen von Sinkstoffen zugeführt werden würden, die hier noch größere Mißlichkeiten als beim Zurückhalten in den Einsteigeschächten hervorrufen könnten. Zuweilen kann es sich empfehlen, Schlammsäcke nur an besonderen Stellen oder als vorläufige Einrichtung herzustellen, die leicht beseitigungsfähig ist, wenn sie später unnötig oder schädlich wird.

Die Anlage eines kleinen Schlammfangs bringt übrigens den Nebenvorteil mit sich, daß die Revision (und Reinigung) der anschließenden Stücke der Leitungen erleichtert wird. Ein schlammsackähnlicher Raum ergiebt sich da von selbst, wo die Sohlen der einmündenden Kanäle aus besonderen Gründen nicht in gleicher Höhe liegen.

An Stellen, wo die Zuführung fester Geschiebe zu den Kanälen erwartet werden muß, sind auch für diese geeignete Auffangvorrichtungen anzulegen.

Durch besondere Gestaltung der Schachtsohle, in welcher dem von verschiedenen Seiten kommenden Wasser bestimmte Richtungen dadurch angewiesen werden, daß man in die Sohle Rinnen einarbeitet, kann man gegen Ablagerungen im Schacht Einiges thun, indem man die Strömungsrichtungen derartig zusammenführt, daß sie sich gegenseitig nicht stören. Siehe Fig. 31 und 32.

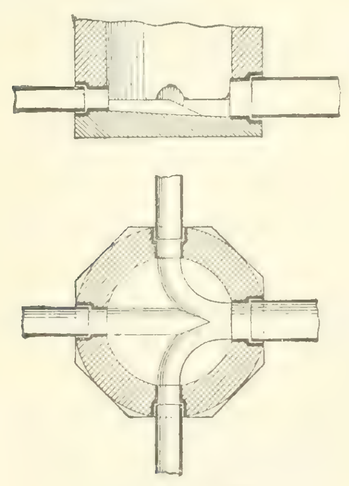


Fig. 31 und 32.

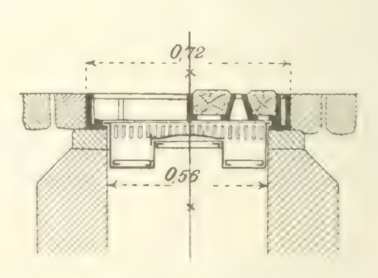


Fig. 33.

Fig. 31 und 32. Zusammführung von Kanälen.

Fig. 33. Deckel zu Einsteigeschächten.

Um eine häufige Räumung der Schlammsäcke zu erzwingen, sollen dieselben nur geringe Höhe erhalten; dies ist auch aus dem anderen Grunde zweckmäßig, daß dann heftiges Verspritzen des Schmutzwassers vermieden wird. Letzteren Zweck kann man übrigens auch durch Einlegen von Rutschflächen erreichen, über welche das Wasser ohne Absturz in den Schlammsack abfließt. Auch wenn nur geringe Höhenunterschiede zwischen den anschließenden Röhren in den Schächten vorkommen, ist die Anlage solcher Rutschflächen zweckmäßig.

Die Einsteigeschächte zerlegen eine größere Kanallänge in Abschnitte, deren jeder für sich auf seine Funktionierung untersuchungsfähig ist. Sie bilden demnach das Mittel zu leichter Feststellung des Sitzes und der Wiederbeseitigung zeitweilig unterbrochener Betriebsfähigkeit.

Gewöhnlich haben Schächte auch dem Zwecke des Luftwechsels in den Kanälen zu dienen. Die dazu nötigen Oeffnungen in der Schacht-Abdeckung müssen aber so beschaffen sein, daß das Hineinfallen von Schmutz in die Schächte verhindert ist und auch keine Gefahren für den Straßenverkehr entstehen. Zweckmäßig ist die Einrichtung nach Fig. 33 S. 218, bei der unter dem Deckel ein ringförmiges Gefäß aus Zinkblech aufgehängt ist und die Oeffnungen im Deckel so groß sind, daß Einklemmen der Pferdehufe nicht stattfinden kann. Im Centrum des Einsatzes ist ein mit Deckel zugelegter geringer Aufsatz angeordnet, welcher als Eintrittsöffnung in den Schacht dient. Für den Luftaustritt sind nahe dem oberen Ende vom Mantel des Einsatzes senkrechte Schlitze in großer Zahl angebracht, die auch bei hoher Anfüllung von Schmutz im Einsatz noch unverdeckt bleiben.

Die Wirkung der Schächte als Lüftungsmittel wird meist so sein, daß die frische Luft durch dieselben ihren Eintritt in den Kanal nimmt; doch finden auch Umkehrungen statt. Liegen die Schächte in der Mitte nicht zu enger Straßen, so werden etwa austretende Gase, bevor sie in die unmittelbare Nähe der Häuser und in die Atmungsphäre der Straßenpassanten gelangen, so stark verdünnt, daß Belästigungen nicht entstehen können. Liegen die Schächte aber seitlich in den Gehwegen — welche Lage notwendig sein kann, sowohl wenn die Kanäle seitlich, aber auch wenn dieselben in der Straßenmitte liegen, so kann es vielleicht zweckmäßig sein, auf die Leistung der Schächte für Lüftungszwecke zu verzichten und dieselben dicht abzuschließen.

Der Abstand der Schächte ist meist durch die Lage von Straßenkreuzungen bestimmt. Es wird jedoch zweckmäßig sein, von denjenigen Stellen der Straßenkreuzungen, welche stark begangen werden, die Schächte etwas entfernt zu legen. Event. lassen sich die dem Lüftungszweck dienenden Einrichtungen vom Schacht absondern und getrennt von demselben anlegen. Es sind alsdann auch Einrichtung zur Desodorisation austretender Gase möglich, auf die jedoch nicht näher eineingegangen wird, weil ihre Wirkung sehr unsicher ist. — Wo man den Abstand der Schächte frei wählen kann, nimmt man denselben bei unbesteigbaren Kanälen zu 75—100 m an; bei besteigbaren sind größere Abstände zulässig, vielleicht bis zum Doppelten und selbst mehr, wenn es sich um Kanäle von sehr großer Weite handelt. Bei der Berliner Kanalisation kommt auf je 84 m Leitungslänge 1 Schacht.

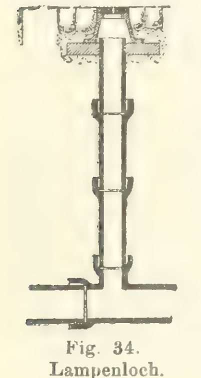
Um das Besteigen der Kanäle durch die Betriebsarbeiter zu erleichtern, werden bei großen Kanälen die Schächte nicht über, sondern neben denselben angeordnet und event. durch Tunnel mit jenen verbunden.

Einsteigeschächte sind kostspielige Teile einer Entwässerungs-Anlage; man sucht bei ihnen durch Beschränkungen der Weite möglichst zu sparen. Unter etwa 1,0 m Durchmesser kann man aber nicht hinabgehen. Ist die Schachttiefe größer als etwa 1,5 m, so ist zur Erleichterung des Besteigens eine größere Weite notwendig, etwa in dem Maße, daß der Schachtweite $\frac{1}{5}-\frac{1}{10}$ der über 1,5 m hinausgehenden Tiefe zugeschlagen wird; nach dieser Regel würde beispielsweise ein 3 m tiefer Schacht $1{,}0+\frac{1{,}5}{5}=1{,}2$ m, ein 5 m tiefer desgleichen $1{,}0+\frac{3{,}5}{10}=1{,}35$ m Weite erhalten müssen. In je 40—45 cm Höhenabstand müssen in der Schachtwand Steigeisen angebracht werden; in tiefe

Schächte wird besser eine schmale eiserne Leiter eingestellt. Sehr tiefe Schächte, die öfters bestiegen werden müssen, führt man mit einer Wendeltreppe aus.

2. Lampenlöcher u. s. w.

Bei Rohrkanälen, besonders solchen mit geringen Gefällen, pflegt man, wenn Spülung unzulänglich ist, zwischen je zwei Einsteigeschächten noch ein sogen. Lampenloch, Fig. 34, anzulegen, welches mit einer eisernen Kappe abgedeckt wird.


Fig. 34. Lampenloch.

Lampenlöcher haben den Zweck, das Einhängen eines Lichtes in den Rohrquerschnitt zu ermöglichen, das bei nicht offenem Kanal nur von einem, bei offenem von beiden Enden aus gesehen werden kann und dadurch die Möglichkeit giebt, über die örtliche Lage eines Betriebshindernisses einige Gewißheit zu erlangen.

An Kanälen von so geringer Höhe, daß die Arbeiter in denselben nicht aufrecht gehen können, müssen in passenden Abständen Kammern (Nischen) angelegt werden, in denen die Arbeiter zum Ausruhen aufrecht stehen können.

XII. Einlässe (Einläufe, Gullies, Sinkkasten) und ähnliche Gegenstände.

1. Gullies.

Diese Vorrichtungen vermitteln die Aufnahme von Straßen- und Hofwassern in die Kanäle. In den Straßen liegen sie gewöhnlich unmittelbar neben den (erhöhten) Gehwegen und werden meist so eingerichtet, daß der Austritt von Kanalgasen durch einen Wasserschluß verhindert ist, daneben auch die schweren, vom Wasser mitgeführten Sinkstoffe zurückgehalten werden. Zu letzterem Zweck dient ein Schlammfang, der aber nur geringe Größe erhalten darf, um öfter gereinigt werden zu müssen, damit nicht Fäulnis von zurückgehaltenen Schmutzmengen begünstigt werde. — Uebrigens ist die Ansammlung von Schlammmassen in den Gullies immer ein Uebelstand, den man da, wo es irgend angeht, durch Fortlassen des Schlammfanges vermeiden soll. Gullies, welche nur Regenwasser, und solche, die nur Fabrikwasser aufnehmen, die mit Schwebestoffen nur leicht verunreinigt sind, ebenso Gullies, durch die ein beständiger oder ein häufiger, kräftiger Abfluß (wie z. B. in Schlachthäusern) stattfindet, erhalten deshalb keine Schlammfänge, und ebenso läßt man dieselben da fort, wo gute Spüleinrichtungen getroffen sind.

Wo neben guter Spülung auch gute Lüftung der Kanäle eingerichtet ist, bleiben sowohl Schlammfang als auch Wasserschluß am besten fort.

Gullies innerhalb geschlossener Räume anzuordnen, wird, weil sich dabei üble Gerüche ganz besonders fühlbar machen können, gern vermieden; man ordnet in solchen Fällen innerhalb der Räume einfache

Einlässe an, welche mit den draußen liegenden Gullies auf kürzestem Wege verbunden werden.

Der Wasserschluß der Gullies ist zuweilen ungenügend, nicht nur insofern, als er — wegen zu geringer Höhe — ausgesaugt wird oder austrocknet, sondern auch, weil er für gewisse belästigende oder giftige Gase nicht undurchlässig ist; die Höhe von 8—12 cm, welche man häufig antrifft, ist im allgemeinen unzureichend. Mehr wirksam sind zweifache Wasserschlüsse, die aber nicht allzu häufig angetroffen werden (vergl. Fig. 28, S. 216).

Immer muß der Wasserschluß von Gullies im Freien tief genug liegen, um vor Frost geschützt zu sein. Tiefe Lage ist auch günstig für Zeiten langer Dürre, in welchen den Wasserschlüssen die Gefahr des Austrocknens droht. Zweckmäßig ist es, auch ohne daß letztere Gefahr den Anlaß dazu giebt, das Wasser in den Gullies öfter zu erneuern, um dasselbe nicht übelriechend werden zu lassen. Zum Abhalten des Frostes ist eine Tiefenlage des Wasserschlusses von etwa 0,7—0,8 m erwünscht; eine größere ist zwar mehr sichernd, erschwert aber die Reinigung der Schlammsäcke. Je bequemer zugänglich und je leichter reinigungsfähig die Wasserschlüsse sind, desto tiefer können sie liegen und umgekehrt.

Die Schlammsäcke müssen auch tief genug liegen, um sowohl den direkten Sonnenstrahlen, als größeren Wärmeschwankungen entzogen zu sein. Nach dieser Rücksicht empfehlen sich am meisten enge, dabei aber tiefe Gullies; wo größere Kapazität nötig ist, wird man dieselbe nur in der Tiefe geben und den Gully mit „eingeschnürtem Hals“ ausführen.

Um das Räumen der Gullies von Sinkstoffen zu erleichtern, werden letztere zuweilen in einem Eimer aufgefangen, den man auf den Boden des Gully stellt, wobei sich jedoch gewisse Beschränkungen hinsichtlich der Anordnung des Wasserschlusses ergeben.

In anderer Weise hat man die Räumung der Gullies dadurch zu erleichtern versucht, daß man die Sinkstoffe auf hochliegenden Klappen vorläufig auffängt. Die Klappen öffnen sich selbstthätig und lassen die Sinkstoffmengen in den etwas tiefer liegenden Schlammsack abgleiten, sobald die Anhäufung eine gewisse Größe erreicht hat. So wird es ermöglicht, daß die Sinkstoffe nur wenig unter Straßenoberfläche gesammelt werden, ohne daß Sonnenstrahlen direkten Zutritt zu ihnen erhalten. Die Verwendung beweglicher Teile in Gullies ist jedoch, da die Funktionierung derselben wenig gesichert ist, ein Uebelstand.

Die Herstellung der Gullies geschieht in Gußeisen, gebranntem Thon, Mauerwerk oder Beton. Ersteres rostet stark und Mauerwerk fällt bei der Kleinheit der Form leicht mangelhaft aus, ist daher nicht leicht wasserdicht. Nur bei einer gewissen Weite und nicht zu großer Tiefe der Gullies, auch bei besonders scharfer Beaufsichtigung der Arbeiter kann dieses Bedenken gegenstandslos sein. Sowohl Gullies aus gebranntem Thon als solche aus Beton, letztere aber nur wenn rationell im fabrikmäßigen Betriebe hergestellt, sind frei von den Mängeln der Ausführung in Mauerwerk und verdienen übrigens auch wegen der Leichtigkeit, mit der sie in den Boden einsenkbar sind, Empfehlung. —

Die Einführung des Wassers in den Gully erfolgt zuweilen senkrecht einfallend, zuweilen von der Seite aus; bei größerem Gefälle der Straße ist nur erstere Einführungsweise anwendbar.

Zur oberen Abdeckung des Gully dient ein kräftiger eiserner Rost, welcher da, wo Benutzung der Gullies zur Einführung ungehöriger Gegenstände zu erwarten ist — wie z. B. in der Nähe von Fabriken, in Schlächtereien u. s. w. — mit Verschluß eingerichtet werden muß. Die Spaltweite sollte nicht mehr als 2—3 cm betragen.

Die Abstände, in welchen Gullies in Straßen angeordnet werden, hängen insbesondere von dem Straßengefälle ab: je größer daselbe, um so näher müssen, wegen des vermehrten Zuflusses, die Gullies aneinander gerückt werden. Bei wenig ausgesprochenem Gefälle kann man die Gullies (jeder Straßenseite) mit 60—80 m Abstand legen; doch kommt hierbei die Beschaffenheit des Straßenpflasters in Betracht: bei gutem Pflaster können die Gullies weiter liegen als bei geringem. In Berlin kommt auf je 52 m Kanallänge 1 Gully. Man kann die Entwässerungsfläche eines Gully auf 250—500 qm rechnen. Diese Flächengröße giebt auch einen ungefähren Anhalt für die erforderliche Weite des Gully-Abflußrohres: es würden danach z. B. für 25 mm, bezw. 50 mm stündlichen Regenfall durchschnittlich:

$$\frac{25}{3600}\,250 = 1{,}72 \text{ l bezw. } 3{,}44 \text{ l Wasser}$$

von dem Gully pro Sek. abzuführen sein, und in der Zeit der größten Intensität des Regens (vergl. S. 136) 2.4 . 1,72 = 4,13 und bezw. 8,26 l. Bei 10 cm Rohrweite und dem relativen Gefälle $= \frac{1}{10}$ würde aber das Gully-Abflußrohr (Formeln S. 190) schon bei halber Füllung 9,8 l Wasser abführen können, diese Weite also genügen. Die Rohrweite der Gullies ist daher weniger hiernach, als mit Rücksicht auf Sicherheit gegen Verstopfungen zu bestimmen und sollte danach nicht unter 12,5 cm genommen werden.

Für die Wahl dieser vielleicht unnötig groß erscheinenden Weite spricht aber noch ein besonderer Umstand. Erfahrungsmäßig gelangen mit dem Straßenwasser auch gewisse Mengen von Luft in den Gully, welche angesaugt wird. Dieselbe beschränkt die Wasserabführungsfähigkeit des Gully und kann Ueberschwemmungen größerer Straßenflächen hervorrufen. Es müßte daher durch zweckmäßige Formgebung des Gully gegen das Mitreißen größerer Luftmengen bezw. durch besondere Einrichtungen für das alsbaldige Wiederentweichen solcher gesorgt werden, wenn nicht die Einführung von Frischluft in die Straßenkanäle für den Lüftungszweck vorteilhaft wäre.

Vereinzelt sind die Gullies mit Einrichtung zur Spülung der Kanäle versehen worden, worüber Näheres unter XIII. folgt.

Nachstehend wird auf die Besonderheiten einiger Gullyformen etwas näher eingegangen.

Der Gully besteht zuweilen nur aus einem, oben etwas erweiterten Rohr mit Rostabdeckung, in dessen Hals eine Klappe nahezu senkrecht und übrigens so angeordnet ist, daß sie vor dem einlaufenden Wasser öffnet, dagegen unter dem Druck austretender Gase schließt. Der Schluß ist jedoch unvollkommen, und deswegen diese Gullykonstruktion nur da anwendbar, wo die Spülung der Kanäle eine sehr reichliche ist (Beispiel der Anwendung in Hamburg).

Einen Gully (Münchener Kanalisation) mit großem Schlamm- bezw. Geschiebe-Sack, aber ohne Wasserschluß giebt Fig. 35, einen desgl. aus

Brüssel ohne Schlammsack, aber mit Wasserschluß Fig. 36. Letztere Konstruktion besitzt zur Spülung durch tangential gerichteten Wasserstrahl Anschluß an die öffentliche Wasserleitung. Diese — unmittelbare — Verbindung erscheint aber für die Wasserleitung nicht ganz unbedenklich. Fig. 37 giebt eine vielfach verwendete Gullykonstruktion mit Ausführung in Eisen, gegen welche der Einwand der zu hohen Lage von Schlammsack und Wasserschluß zu erheben ist. Fig. 38 (aus Karlsruhe) Gully, aus Beton mit beweglichem Schlammsack (Eimer) hergestellt, ist hinsichtlich seiner großen Tiefe das Gegenstück zur Konstruktion Fig. 37.

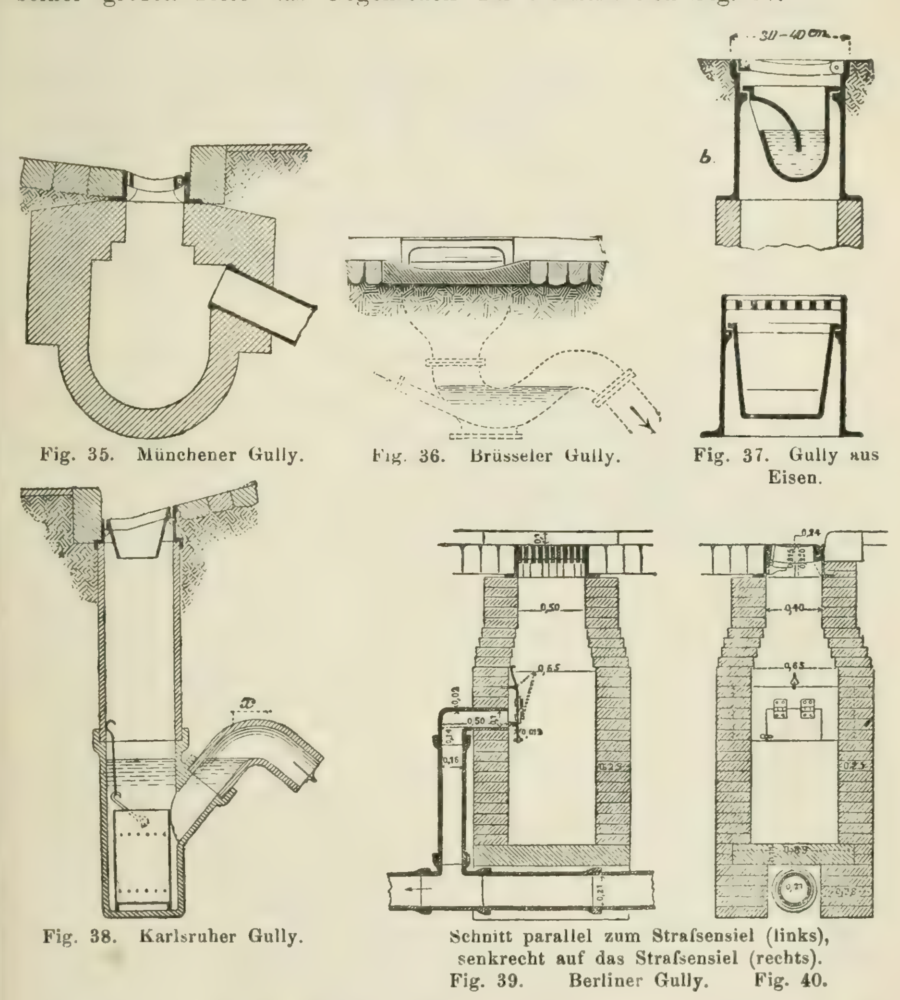


Fig. 35. Münchener Gully. Fig. 36. Brüsseler Gully. Fig. 37. Gully aus Eisen.

Fig. 38. Karlsruher Gully.

Schnitt parallel zum Strafsensiel (links), senkrecht auf das Strafsensiel (rechts).
Fig. 39. Berliner Gully. Fig. 40.

Die 4 Konstruktionen Fig. 35—38 haben das Gemeinsame, daß der Wasserschluß fest (seiner Wassersäulenhöhe nach unveränderlich) ist. Die Gullies Fig. 39, 40 von der Berliner Kanalisation, wie desgleichen der Gully Fig. 41 von der Wiesbadener Kanalisation besitzen veränderliche Wasserschlüsse, die aber sehr verschieden ausgebildet sind: In Fig. 39, 40 ist die Veränderlichkeit mittels einer in Scharnieren aufgehängten Klappe, in Fig. 41 durch einen kurzen, sogen. Krümmer (Bogenstück) hergestellt. Bei Fig. 39, 40 bilden Leichtigkeit der Handhabung und unbeschränkte

Regelbarkeit Vorzüge, während bei Fig. 41 Regelung und Räumung des Gully etwas umständlich sind, die Konstruktion aber eng zusammengedrängt ist. Gegen die Veränderlichkeit der Wasserschlüsse kann allgemein der Einwand erhoben werden, daß es möglich ist, die freilegbare Rohröffnung des Gully zur Fortschaffung lästiger Dinge zu benutzen; solche Gullies bedürfen daher sicherer Verschlüsse des Rostes.

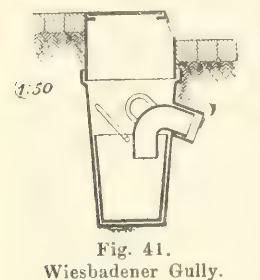


Fig. 41.
Wiesbadener Gully.

Die Gefahr der Austrocknung oder anderweitigen Zerstörung des Wasserschlusses der Gullies ist bereits oben berührt worden. Um trotz eines Vorganges letzterer Art Schutz vor dem Austritt von Kanalgasen zu schaffen, bietet sich das Mittel dar, am höchsten Punkte zwischen dem Ablaufrohr des Gully und dem Wasserschluß ein kleines Rohr abzuzweigen, welches die Gase auf geordnetem Wege ableitet. Die Einrichtung ist aber kostspielig und dem anderweit gebotenen Mittel der häufigen Auffrischung der Wasserschlüsse nachzusetzen. Eine derartige Konstruktion ist für die Charlottenburger Kanalisation vorgeschlagen, aber wohl nicht ausgeführt worden.

2. Einlässe für Regenrohre; Fetttöpfe.

An den unteren Enden von Regenrohren werden zuweilen Vorrichtungen zum Zurückhalten mitgeführter fester Teile (Moos und Trümmer von der Dachdeckung, Ruß u. s. w.) angebracht; zuweilen sind es Kasten (Schlammsäcke oder auch Körbe), die in den Boden eingesenkt werden. Am meisten empfiehlt sich für diesen Zweck die Anordnung eines über Straßenhöhe liegenden und darum leicht zugänglichen Rostes.

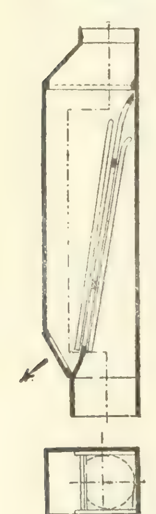

Fig. 42.
Einlafs für Regenrohre (Berlin).

Fig. 42 stellt die in Berlin angewendete Konstruktion dar; dieselbe tritt nur wenig aus der Façadenflucht heraus und ist durch Oeffnen eines am unteren Ende angebrachten Deckelverchlusses sehr leicht räumungsfähig. —

Vorrichtungen ähnlich den Gullies sind die sogen. Fetttöpfe, welche in häusliche Entwässerungsleitungen eingeschaltet werden und den Zweck haben, Fett- und Seifenteile zurückzuhalten, bevor diese weit in die Leitung eindringen. Da sie direkte Verbindung mit dem Freien nicht haben, ist ein Wasserschluß gegen Austritt von üblen Gerüchen nach dem Hause zu notwendig.

Fetttöpfe werden in die Ableitungen von Schlächtereien, Wurstfabriken, Seifen- und Lichtfabriken, öffentlichen Waschanstalten sowohl als größeren häuslichen Waschküchen, desgleichen in die Ableitungen von Restaurationsküchen und größeren häuslichen Kochküchen, auch sonst überall, wo der Zufluß von Wassern, welche Fette und Seifen in reichlichen Mengen enthalten, erfolgt, eingeschaltet. Für die Konstruktion der Fetttöpfe ist der Umstand bestimmend, daß die aufzunehmenden Stoffe obenauf schwimmen. Es kommt also nur

darauf an, zu verhindern, daß sie gewaltsam mitgerissen werden. Dazu ist notwendig, daß die Einleitung fett- und seifenhaltiger Wasser in die Fetttöpfe, wie desgl. die Ableitung, von der Seite aus in horizontaler Richtung geschehe. Der in der Ableitung anzuordnende Wasserschluß wird zuweilen doppelt ausgeführt. Durch Einhängen eines Korbes kann das zeitweilige Herausheben der im Fetttopf angesammelten Massen erleichtert werden.

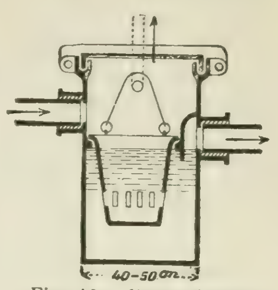


Fig. 43. Fetttopf nach Grove (Berlin).

Fig. 43 stellt eine sehr zweckmäßige Fetttopfkonstruktion in Eisen (von Grove-Berlin) dar; anderweit werden Fetttöpfe auch aus gebranntem Thon hergestellt.

Anlage von Strafseneinläufen, in The Builder 1881.
Einsteigeschächte und Lampenlöcher, im Scientif. American 1884.
Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen u. Städteentwässerung*, 1890.
Franzius u. Sonne, *Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Bd.*

XIII. Kanalspülung.

Die Spülung von Kanälen dient mehreren Zwecken, in erster Linie der Reinhaltung derselben, worunter nicht nur die Vermeidung von dauernden Ablagerungen auf der Kanalsohle, sondern auch die Fernhaltung gröberer Verunreinigungen (anklebenden Schmutzes) von den Kanalwänden zu verstehen ist. Namentlich vermöge letzterer Wirkung ist Spülung wichtig für Reinhaltung der Luft in den Kanälen, sodaß die Kanalspülung die Kanallüftung bis zu einem gewissen Grade vertreten kann. Auch in der anderen Weise, daß mit dem Spülwasser (vermöge Saugwirkung) gewisse Mengen atmosphärischer Luft in die Kanäle hineingeführt werden, kann Spülung von besonderer Bedeutung für den Lüftungszweck der Kanäle sein (vergl. hierüber unter XIV). Spülung ist endlich auf die Erhaltung der Kanäle von einem gewissen Einfluß.

Spülwasser werden entweder als sogen. fremdes Wasser den Kanälen von außen zugeführt oder in den Kanälen selbst durch Aufstau gewonnen. Fremdes Spülwasser ist vorzuziehen, weil Reinheit des Spülwassers von großer Bedeutung ist.

Spülwasser kann zu Gebote stehen:

a) in offenen, natürlichen Behältern, Teichen, Seen, Flußläufen, welche am oberen Ende der Kanäle liegen, bezw. in deren Nähe vorbeiführen. Die Einlässe und die Zuleitung des Spülwassers zum Kanalwasser müssen so gestaltet werden, daß keine gröberen Gegenstände hineingelangen können. Für diesen Zweck muß die Einlaßöffnung in einer gewissen Tiefe unter dem Spiegel des Spülwasser-Behälters angeordnet werden, das Wasser also die Richtung nach oben nehmen. Zum Schutz vor Ueberschwemmungen ist der Verschluß der Einlaßöffnung doppelt anzulegen und zum Schutz vor gewaltsamen Zerstörungen die ganze Anlage mit nach der Oertlichkeit wechselnden Sicherungsvorkehrungen zu umgeben. Bei Entnahme aus einem Fluß ist es oft möglich, das Spülwasser mit dem Kanalwasser zusammen am untersten Punkte der Kanäle wieder an den Fluß zurückzugeben. Es kann auch der Fall eintreten, daß ein

Kanal den in geschlossenem Profil fließenden Wasserlauf auf einer längeren Strecke begleitet und bei zeitweilig hohen Spiegelständen des letzteren Spülwasser in den Kanal selbstthätig übertritt, umgekehrt bei hohen Wasserständen im Kanal auch ein selbstthätiger Uebertritt seines Wassers in den Flußlauf erfolgt. Ein betr. Beispiel wird unter XV angeführt.

b) Aus künstlich geschaffenen Behältern (Spülgallerien) am oberen Ende der Kanäle, die entweder aus in der Nähe liegenden oder vorbeipassierenden offenen Gewässern gefüllt werden, oder in denen dauernd eine Aufspeicherung von Grundwasser (das etwa durch Drainagen gewonnen wird) stattfindet, oder die sich gelegentlich durch Regenwasser füllen. Verwandt hiermit ist die Benutzung des Flutintervalls in Orten an der Seeküste, wenn man entweder das Hochwasser bei einem gewissen Stande in bestimmten Mengen frei in die Kanäle eintreten läßt, oder das Spülwasser aus Becken (großen Bassins) entnimmt, in denen mittels Schleusenanlagen dauernd ein mit dem Flutstande des Meeres gleich hochliegender Wasserspiegel erhalten wird.

c) Direkt aus der öffentlichen Wasserleitung oder aus Zuleitungen von Triebwerken, aus welchen entweder zeitweilig überschüssig geführte Mengen freiwillig in die Kanäle abfließen, oder von Zeit zu Zeit bestimmte Mengen abgelassen werden. Hierher rechnet auch die Einleitung gekühlter Kondensationswasser aus gewerblichen Betrieben u. s. w. Oder es findet indirekte Entnahme statt, indem man den Kanälen die Abflußwasser von Springbrunnen u. s. w. zuleitet. Auch die sogen. Grundablässe (Entleerungsleitungen) des Wasserrohrnetzes pflegt man, wenn möglich, zu Spülzwecken mit dem Kanalnetz zu verbinden.

d) Aus sogen. eigenen Wassern der Kanäle, wobei zu unterscheiden ist: ob a) das Wasser höher liegender Kanäle zeitweilig in andere mit tieferer Lage abgelassen wird (vergl. unter IX.) oder b) zeitweilig Wasseraufstau stattfindet, den man zum Spülen einer zunächst thalwärts liegenden Kanalstrecke benutzt. Solcher Aufstau in den Kanälen ist, auch wenn dieselben tief genug liegen, damit nicht der Eintritt von Wasser in die Keller der angeschlossenen Grundstücke gefürchtet zu werden braucht, leicht mit dem Uebelstande verbunden, daß gewisse Mengen von Kanalgasen durch die Anschlußleitungen in die Häuser mit einer gewissen Pressung hinein gedrängt werden können. Spüleinrichtungen dieser Art sind daher, auch abgesehen von der Unzulänglichkeit der Wassermenge, nur als Nothbehelfe anzusehen.

Zeitweilig treten sehr wirksame Spülungen durch die Wasser größerer Regenfälle ein. Da denselben indessen die Regelmäßigkeit fehlt, so müssen in Zwischenzeiten künstliche Spülungen zu Hilfe genommen werden. Die Erfahrung lehrt, daß Kanalisationsleitungen ganz ohne solche nicht ausreichend rein gehalten werden können. Immerhin bestehen, je nach der Beschaffenheit der Abwässer, nach dem Kanalgefälle, den Profilen, nach Häufigkeit und Größe der Regenfalle und nach noch anderen Ursachen sehr große Unterschiede in dem Erfordernis künstlicher Spülung. Nur die Erfahrung kann in jedem einzelnen Falle sicheren Anhalt bieten, und es kommt daher Angaben, wie z. B. der, daß für 1 ha Größe des kanalisierten Gebiets in künstlichen Spülbehältern ein Fassungsraum von 4—6 cbm oder auch für 1 km Kanallänge die Spülwassermenge von 1000—2000 cbm pro Jahr nötig sei, nur eine ganz allgemeine Bedeutung zu. Wie es Fälle, bezw. Jahre giebt, daß für 1 km Kanallänge 100 cbm Wasser und weniger ausreichen, kann es auch andere geben, daß 2000 cbm noch ungenügend

sind. In Berlin beträgt die Spülwassermenge pro 1 km Kanallänge etwa 1600 cbm.

In dem analytischen Ausdruck für die Spülkraft:

$$S = \frac{Q}{g} \frac{v^2}{2}$$

ist das Hauptgewicht auf die Wassermenge Q zu legen, um eine gewisse Nachhaltigkeit der Wirkung zu schaffen. Aber um schwere Sinkstoffe mit fortzuführen, darf auch die Geschwindigkeit v nicht zu klein sein. Hierzu sind die betr. Angaben unter VII und VIII zu vergleichen.

Das Gefälle des Spülstromspiegels bildet sich selbstthätig und abweichend von dem gewöhnlichen Wasserspiegel der Kanäle aus. Passend kann der Spülstrom als Spülwelle bezeichnet werden, da auch bei ihm mit der zurückgelegten Wegeslänge eine Abschwächung stattfindet. Wie lang der Weg, bis die im Spülstrom enthaltene Energie erschöpft ist, kann nur in jedem Falle praktisch erprobt werden. In Paris hat man zur Spülung der Kanäle großen Querschnitts Spülbassins von 10 cbm Fassung angelegt, deren Wirkung sich bis 250 m weit erstrecken soll, welchen Abstand die Spülbecken daher erhalten haben.

Um dem Spülstrom aufgestauten Wassers nichts von seiner Wirkung zu nehmen, müssen die Spülvorrichtungen zum plötzlichen (ruckweisen) Oeffnen großer Querschnitte eingerichtet sein. Hierbei werden Thüren, Schieber, Klappen, Ventile oder Stöpsel benutzt; immer handelt es sich um einfache Probleme der Mechanik, deren zweckmäßigste Lösung nach örtlichen Besonderheiten zu erstreben ist.

Eine Spüleinrichtung mittels Schacht giebt Fig. 44. Die Aufstauklappe ist zum Bedienen von Hand eingerichtet; um aber Sicherheit gegen zu hohes Anstauen des Wassers, etwa infolge Unachtsamkeit des Arbeiters zu schaffen, ist ein Ueberlauf angeordnet, der die Stauhöhe begrenzt.

Mehr Wirksamkeit übt der Spülstrom bei der Einrichtung des Spülschachtes nach Fig. 45 (Wiesbadener Kanalisation). Die Anordnung eines Absturzes, wie hier, ist aber nur da möglich, wo reichliches Gefälle zur Verfügung steht; dieselbe sichert die obere Haltung vollständig vor Rückstau.

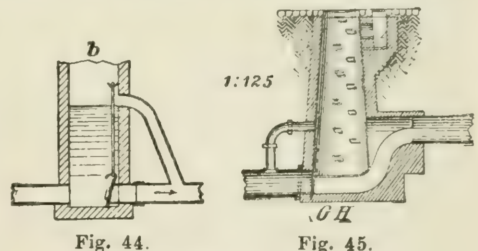


Fig. 44. Fig. 45.
Spüleinrichtung für Kanäle.

Schließt das Ablaufrohr im Centrum der Schachtsohle an, so wird anstatt eines Schiebers besser ein Ventil mit dicker, hoher Stange benutzt, letzteres um den Wasserdruck auf das Ventil aufzuheben.

Selbstthätige Einrichtungen (mit Schwimmer) zum Oeffnen von Klappen oder Ventilen, nachdem der Spiegelstand im Schacht eine gewisse Höhe erreicht hat, sind in der Funktionierung nicht immer verläßlich genug; doch kommen solche Einrichtungen in mannigfachen Formen vor, z. B. so, daß ein Schwimmgefäß, nachdem es gemeinsam mit dem im Schacht angestiegenen Wasserspiegel eine bestimmte Höhenstellung erreicht hat, festgehalten wird, sich infolge davon füllt und nun sinkt oder kippt, wodurch die Oeffnung im Boden frei gemacht wird. Erwähnenswert unter diesen Konstruktionen sind diejenigen von Geiger und Frühling, insofern als in denselben sowohl reines als auch das unreine Wasser

der Kanäle selbst zum Spülen benutzt werden kann. Eine anderweite Ausführung bilden sogen. Kippspüler: nach der Form einer umgekehrten Pyramide gestaltete eiserne Kasten, welche im leeren Zustande sich selbstthätig senkrecht einstellen und nach Füllung — mit fremden Wasser bis zu einer gewissen Höhe — kippen. Die Größe des Kippgefäßes ist nur eine beschränkte. Man kann den Apparat aber dadurch leistungsfähig machen, daß man mehrere Gefäße auf einer und derselben Achse anordnet, welche sich nacheinander füllen und gemeinsam kippen, wenn das letzte Gefäß seine Füllung erlangt hat (Scott'scher Apparat). Oder auch so, daß man das Kippgefäß mit einem größeren Behälter verbindet, der infolge des Kippens entleert wird (Konstruktion Knauff).

Eine große Gruppe von Spülapparaten benutzt das Heberprinzip, wobei in dem einen Schenkel von zwei verbundenen Rohren Luftverdünnung dauernd erhalten wird. Die erste Einrichtung dieser Art ist von Rogers Field angegeben worden. Fig. 46 stellt den Apparat in der besonderen Durchbildungsweise dar, wie er in Paris für einen Inhalt bis 10 cbm angewendet wird. Ueber ein senkrechtes, an beiden Enden offenes Rohr, welches durch den Boden des Spülbehälters in die Wasserfüllung eines unten angeordneten schalenförmigen Behälters hinabreicht, ist eine Glocke, die den zweiten Heberarm bildet, so gestülpt, daß das Wasser zu dem Raume unter der Glocke freien Zutritt hat. Der Behälter wird von einem Rohr der städtischen Wasserleitung gespeist, dessen Hahnverschluß so gestellt ist, daß jener in einer gewollten Zeit (3 — 4 — n-mal in 24 Stunden) gefüllt wird. Jedesmal, wenn der Wasserspiegel den oberen Rand des centralen Rohres überschreitet, beginnt der Heberapparat sein Spiel und stürzt alsdann der Inhalt des Behälters in den Kanal hinab. Um zu verhindern, daß bei der Heftigkeit der Entleerung das untere Ende des Hebers freigelegt werde und Luft in denselben eintritt, ist am Ausflußbecken eine Einrichtung angebracht, welche die dazu erforderliche Wassermenge in der Schale festhält, bezw. in sie zurückführt.

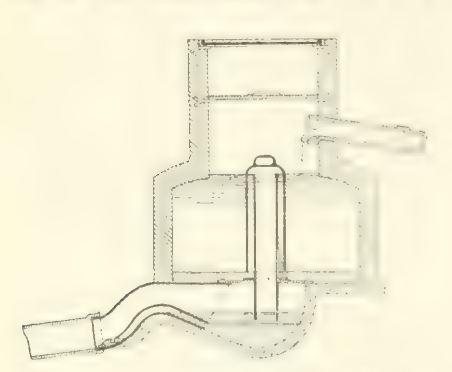


Fig. 46. Spülapparat nach Rogers Field.

Ganz ähnlich sind die Spülapparate nach den Konstruktionen von Cuntz und von van Vranken; nur daß bei diesem für die Sicherung des Eintritts der Heberwirkung noch besondere Einrichtungen getroffen sind, weil die Erfahrung gezeigt hat, daß der Heber seine Wirkung zuweilen versagt: eine fast unmittelbare Nachbildung des Field'schen Apparates wird von der Hallberger Hütte geliefert.

Je weiter die Spülvorrichtungen auseinanderliegen, um so größere Kapacität müssen dieselben erhalten. Dies hat auf den Gedanken geführt, die Gullies, welche nur wenig weit auseinander liegen, mit Spülbehältern auszustatten, die dabei entsprechend klein sein können. Ausführung in Kaiserslautern nach den Konstruktionen von Teinturier-Bindewald.

Dem Zweck, zu spülen und gleichzeitig die im Kanal abgelagerten Sinkstoffe nach bestimmten Stellen fortzuschieben, dient ein

großes, schaufelartiges Gerät (Schild), welches das Kanalprofil mit nur geringem Spielraum am Umfange ausfüllt, zuweilen auch bei engem Anschluß in der Mitte einen senkrechten Schlitz hat. Wird dieser Schild auf einem Schwimmgefäß oder einem Wagen montiert und im Kanal thalwärts geführt, so schiebt er die Sinkstoffe vor sich her, während hinter ihm ein gewisser Aufstau des Wassers stattfindet, der in dem engen Spalt zwischen dem Umfange des Schildes und der Kanalwand einen kräftigen Spülstrom erzeugt. Die Sinkstoffe werden in Bewegung gesetzt und zu bestimmten Stellen geführt, an denen sie zu Tage zu fördern sind. Damit der auf einem Schwimmgefäß montierte Schild auch bei ungleichen Spiegelständen im Kanal sich dem Kanalprofil anschließen könne, muß derselbe der Höhe nach verstellbar sein.

Beim Montieren des Schildes auf einem Wagen, was am häufigsten vorkommt, muß der Kanal zweiseitige Bankette oder auch Laufschienen in bestimmter Höhe an der Wand erhalten. Die erste Anwendung hat der Schild, soviel bekannt, in Paris gefunden; später ist derselbe in Brüssel und danach in Berlin beim Entwässerungsbetriebe eingeführt worden, in letzterer Stadt auch für Spülung von Leitungen aus Thonröhren.

Ueber größtenteils selbstthätige Spülanlagen im Centralbl. d. Bauverwaltung (1884), *Gesundheitsingen.* (1884, 1886, 1887, 1890, 1892); *Dingler's Polytechn. Journal* (1884, 1885), 257. *Bd.*; *Journal f. Gasbel. u. s. w.* (1886); *The Engineer* (1885); *Revue industr.* (1885); *Génie civil* (1886); *Engineering and Building Record* (1889). *Vorrichtungen zum Reinigen niedriger gemauerter Kanäle, in Engineering News* (1885).

XIV. Luftwechsel in den Kanälen.

1. Gründe für Erneuerung der Kanalluft.

Zum Luftwechsel (Lufterneuerung) in den Kanälen bedarf es der Verbindung des Kanal-Innern mit der Außenluft. Wenn diese Verbindungen so angeordnet sind, daß der Austritt der Kanalluft in größerer Höhe oder auch sonstwo an Stellen stattfindet, die von Verkehrsstätten weit genug entfernt sind, damit bis zur Erreichung derselben eine starke Verdünnung der Kanalluft durch Mischung mit atmosphärischer Luft geschehen kann, ist Schädlichkeiten der Kanalgase ausreichend vorgebeugt. Liegen aber die Austrittsstellen der Kanalgase nahe an Häusern oder Fenstern oder gar in Häusern selbst, so sind schon unter günstigen Umständen Belästigungen zu erwarten. Es hat auch das Vorkommen solcher Fälle den Grund dafür geliefert, den Luftwechsel in Kanälen an sich als schädlich zu erklären und, entsprechend, vollständige Verhinderung desselben zu verlangen. Eine Nutzanwendung aus dieser Forderung sehen wir in den „Trennsystemen" gezogen, wenngleich dabei andere erheblichere Gründe mitgewirkt haben (vergl. unter IV und V). Freilich kann es Fälle geben, wo Lüftungseinrichtungen der Kanäle entbehrlich sind und wo es rationell ist, Verbindungen des Kanalinnern mit der Außenluft zu unterlassen.

Unter XIII ist der unmittelbare Zusammenhang, welcher zwischen Kanalspülung und Kanallüftung besteht, hervorgehoben worden. Es ist nicht überflüssig, dieser Beziehung hier noch einmal zu gedenken und darauf aufmerksam zu machen, daß da, wo Anlage und Betrieb der Kanäle so beschaffen sind, daß Sohle und Wände derselben sich rein halten, auf Luftwechsel in den Kanälen vielleicht verzichtet werden kann. Indes werden die Voraussetzungen dafür nur selten erfüllt sein. Da, wo dies

nicht mit absoluter Sicherheit anzunehmen ist, wird man den gesundheitlichen Interessen durch eine „offene lüftbare Anlage“ besser dienen als durch mehr oder weniger von der freien Luft abgeschlossene, weil die Bildung von Gasen nie ganz zu verhindern ist und solche bei geschlossener Anlage Unrechtwege einschlagen können. Im allgemeinen ist es daher unthunlich, auf Luftwechsel in den Kanälen zu verzichten; vielmehr wird man sich, umgekehrt, die Aufgabe stellen müssen, denselben so ausgiebig als möglich zu gestalten, d. h. so viel frische Luft als möglich in die Kanäle hineinzuführen und andererseits der Kanalluft Gelegenheit zu geben, auf geordneten Wegen das Freie zu erreichen.

Die Notwendigkeit der häufigen Kanalluft-Erneuerung besteht aber nicht nur, um die Luft über Straßenoberfläche und in den angeschlossenen Häusern rein zu erhalten, sondern es tritt dafür der fernere Grund ein, der Luft in den Kanälen selbst diejenige Beschaffenheit zu sichern, damit die im Entwässerungsbetriebe beschäftigten Arbeiter beim Oeffnen von Verschlüssen und Betreten von Kanälen nicht gesundheitlichen Gefahren unterworfen sind. Solche sind aber zuweilen unabsichtlich überschätzt worden, indem man Fälle von Tötungen durch Einatmen giftiger Gase Entwässerungskanälen zur Last gelegt hat, wo es sich nicht um solche, sondern um Gase aus Abtrittsgruben handelte. Es sollte bei Mitteilung solcher Fälle daher nicht unterschiedlos von Kloakengasen gesprochen, sondern zwischen Kanalgasen und Kloaken-(Abtrittsgruben-)Gasen unterschieden werden. Die Erfahrung lehrt, daß in gut gelüfteten Kanälen die Arbeiter weder plötzlich auftretenden, noch schleichenden Gefahren, noch der Infektionsgefahr unterstehen, vielmehr ihren Dienst durch lange Jahre ohne Beschwer versehen können, vorausgesetzt nur, daß sie von normalem Gesundheitszustande sind, zeitweilig Auswechselungen derselben stattfinden und es beim Betreten von nicht regelmäßig geöffneten Kanalstrecken oder Schächten nicht an den nötigen Vorsichtsmaßregeln fehlen lassen. Zu letzteren gehört namentlich, daß vor dem Betreten eine zweite zunächst liegende Kanalöffnung frei gemacht werde, damit ein durchgehender Luftstrom sich einstellen könne. In besonderen Fällen wird die Einführung von Wasser mittels eines Schlauchs, das Entzünden eines Flackerfeuers u. s. w. gute Dienste thun.

Wo in Kanälen Gasleitungen liegen, wird man mit der Möglichkeit rechnen müssen, daß an gewissen Stellen Leuchtgasansammlungen und Knallgasbildungen stattfinden.

Die Gefährdung beim Betreten von Kanälen scheint speziell der Anwesenheit von Schwefelwasserstoff zugeschrieben werden zu müssen. H_2S soll schon in der geringen Menge von 1,0—1,2 pro Tausend unmittelbar tödlich wirken können; bei 0,7—0,8 p. M., wenn die Einatmung mehrere Stunden andauert, lebensgefährlich sein; kleine Mengen, dauernd eingeatmet, können auch chronische Gesundheitsaffektionen herbeiführen.

Uebrigens ist das Kapitel von den Kanalgasen ein viel behandeltes, ohne daß jedoch bisher darin ein endgiltiger Abschluß erreicht worden wäre. In England besonders erfreut sich die sogen. Kanalgastheorie, d. h. die Ansicht, daß durch die Kanalgase Infektionskrankheiten ausgebreitet werden, heute noch großer Anerkennung und es zeigen die dortigen Anlagen dementsprechende Abweichungen von den in Deutschland meist üblichen. Eine zusammenfassende größere Mitteilung

über vorgekommene Vergiftungen durch Gase aus Kanälen und Abtritten ist unter der Speziallitteratur angegeben. Zwei dort nicht mitgeteilte Fälle liegen aus London, 1862, und Paris, 1880, vor; in beiden Fällen haben je 4 Arbeiter in Kanälen ihr Leben eingebüßt.

Ein weiterer Grund, der für Schaffung von Luftwechsel in Kanälen spricht, ist der, daß derselbe örtliche Ansammlung von Gasen mit höherer Spannung als Atmosphärendruck verhindert. Durch die Regenrohre und sonstwie werden große Luftmengen in die Kanäle geführt. Jedes Kanalnetz besitzt aber Stellen (sogen. tote Winkel und Ecken), in denen sich atmosphärische Luft und Gase sammeln und übernormale Spannungen erreichen können, die zu Zeiten höherer Wasserstände in den Kanälen den Wasserabfluß stark verzögern, auch den Kanälen selbst gefährlich werden oder Unrechtwege einschlagen können. Mißstände dieser Art werden durch öftere Verbindungen des Kanalinnern mit der freien Atmosphäre, bezw. einen kräftigen Luftwechsel desselben, ausgeschlossen.

Endlich dient der Sauerstoff der eingeführten Frischluft zur Oxydation der an den frei liegenden Teilen der Kanalwand abgesetzten organischen Stoffe und unterstützt vielleicht auch die Oxydation der im Kanalwasser enthaltenen gleichartigen Stoffe.

Ob außer den giftigen Gasen in der Kanalluft auch den Mikroorganismen eine erhebliche Bedeutung zukommt, ist zweifelhaft. Miquel hat über die Mikrobenzahl in der Luft einiger Pariser Kanäle mit guter Wasserführung Beobachtungen angestellt, nach denen jene Zahl nicht groß ist, geringer als in der Luft von Krankenhäusern und viel geringer als in der Luft von Straßen mit großem Verkehr. Ein kräftiger Luftwechsel in den Kanälen wird aber dem mikroskopischen Leben in der Kanalluft wohl nicht günstig sein. Es würden hier auch nur die pathogenen Mikroben Aufmerksamkeit verdienen, von welchen in Kanälen allem Anschein nach nicht so viel zu fürchten ist, als früher oft angenommen ward (vergl. unter III, 4).

2. Ursachen und Mittel für den Luftwechsel in Kanälen.

Der Vorgang des Luftaustausches zwischen dem Kanalinnern und der freien Luft (bezw. der Luft geschlossener Räume) vollzieht sich unter einer gewissen Mitwirkung auch chemischer Ursachen. Hauptsächlich sind es aber Faktoren physikalischer Natur, welche Luftbewegungen hervorrufen, und zwar: Temperatur- und Feuchtigkeits-Unterschiede; die Wirkung von über Kanalöffnungen fortgehenden Luftströmungen, die Wasserströmung im Kanal selbst; die Höhenunterschiede in den Luftsäulen, welche zwischen den Wasserspiegeln am oberen und unteren Ende eines Kanals bestehen, d. h. das absolute Gefälle desselben. Als Ursache chemischer Natur ist der durch ungleiche Zusammensetzung der Kanalluft und der Luft des Freien bewirkte Unterschied in den spezifischen Gewichten anzuführen. Die Kanalwasser geben an die Kanalluft mehrere Gasarten ab, unter welchen aber nur Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Ammoniak von einer gewissen Bedeutung sind.

a) Einfluss des Feuchtigkeitsgehalts der Kanalluft.

Atmosphärische trockene Luft wiegt (g pro 1 l, oder kg pro 1 cbm) bei der Temperatur t und 760 mm Barometerdruck:

$$\frac{1{,}2932}{1 + 0{,}003665\, t}.$$

Trockene Luft kommt im Freien nicht vor; immer ist in der freien Luft Dampf von einer gewissen Spannung (T) enthalten, welche einen Teil des Gesamtdrucks der Luft ausmacht; durch Fortnahme des Dampfes wird der Luftdruck um die Größe der Dampfspannung vermindert. Daher wird sich der analytische Ausdruck für das Einheitsgewicht der — feuchten — Luft des Freien zusammensetzen müssen aus einem Summanden, welcher das Gewicht derjenigen Menge trockener Luft, die in dem Einheitsvolumen eines Gemisches von trockener Luft und Dampf enthalten ist, als Funktion von t und T angiebt, und einem zweiten Summanden, der das (der Temperatur t und Spannung T entsprechende) Dampfgewicht (g) dieser Luftmenge darstellt.

Bei dem geringen Wechsel, den das Dampfgewicht mit der Spannung T erleidet, darf jenes unabhängig davon zu 0,6625 g (pro l oder kg pro cbm) angenommen werden, wonach das Dampfgewicht nur noch abhängig von der — mit der Temperatur t wechselnden — Dampfmenge bleibt. Dem Vorstehenden entspricht folgender Ausdruck für das Einheitsgewicht feuchter Luft:

$$G = \frac{1{,}2392}{1 + 0{,}003665\, t} \cdot \frac{760 - T}{760} + g$$

Wird nach diesem Ausdruck eine Tabelle für das Temperaturintervall von -20^0 bis $+20^0$ berechnet, so ersieht man, daß das Einheitsgewicht von Luft infolge zunehmender Temperatur sich vermindert:

im Temperatur-intervall	durchschnittlich für 1⁰ bei				
	Trockenheit der Luft	35 %	70 %	100 %	Feuchtigkeit
— 20 bis + 1⁰	5.1	5.1	5.1	5.2	g pr. l oder
+ 1 bis + 20⁰	4.4	4.6	4.7	4.8	kg pr. cbm
	Für das ganze Temperaturintervall				
— 20 bis + 20⁰	190.6	193.8	196.9	199.7	„
=	13.6	13.9	14.1	14.3	Prozent

Die auf 1⁰ Temperaturunterschied treffende Gewichtsabnahme wird danach mit der Temperatur ein wenig geringer. Wie weit bei der Gewichtsabnahme der Feuchtigkeitsgehalt mitwirkt, läßt im ungefähren folgende Tabelle erkennen, welche angiebt, um wie viel das Gewicht von Luft derselben Temperatur sich infolge Feuchtigkeitszunahme durchschnittlich für 1⁰ vermindert.

im Temperatur-intervall	Feuchtigkeitsgehalt			
	35 %	70 %	100 %	
— 20⁰ bis + 1⁰	1.1	2.2	3.1	g pr. l oder kg pr. cbm
+ 1⁰ bis + 20⁰	2.5	5.1	7.2	
— 20⁰ bis + 20⁰	1.8	3.7	5.2	

Die Gewichtsabnahme der Luft infolge Feuchtigkeitszunahme wächst also mit steigender Temperatur.

Bei Zunahme sowohl von Temperatur als Feuchtigkeit wirken beide Faktoren zwar im gleichen Sinne vermindernd auf das Luftgewicht; es übt aber bei der höheren Temperatur der Feuchtigkeitsgehalt den überwiegenden Einfluß um so mehr, als dieser steigt, während der Einfluß der Temperatur sich vermindert. Die Luft warm liegender Rohre, deren innere Wandseite dauernd feucht ist, wird daher einen stärkeren Auftrieb durch die Luft des Freien erleiden als ein warm liegendes Rohr mit trockener Innenwand.

b) Chemische Ursachen.

Inwieweit das Luftgewicht durch den Gehalt der Luft an Kohlensäure, Ammoniak und Schwefelwasserstoff Aenderungen erleidet, ergiebt sich aus den (Liter-)Gewichten dieser Gase:

Kohlensäure (CO_2)	bei 0° Temp. u. 760 mm Barometerdruck	2,0587 g
Schwefelwasserstoff (H_2S)	„ „ „ „ „ „ „	2,2967 „
Ammoniak (NH_3)	„ „ „ „ „ „ „	0,6725 „

Für die freie Luft mag — für den Zweck des hier beabsichtigten Vergleichs — der CO_2-Gehalt durchschnittlich zu 0,35 l, für die Luft geschlossener Räume (doppelt so hoch) zu 0,7 l pro 1000 l angenommen werden; öfter werden auch 0,4 bezw. 1 l anstatt dieser Zahlen gesetzt. In der Luft der Münchener Kanäle fand Beetz 2,172—4,427 CO_2. Anderweitig sind sowohl geringere als höhere Werte von CO_2 in Kanalluft beobachtet worden, so z. B. in London 1,0—5,2 l. Als Durchschnittssatz mögen hier, wo der Zweck nur auf Gewinnung einer vergleichenden Anschauung gerichtet ist, 3,5 l gesetzt werden.

Da die Mengen von H_2S und NH_3 selbst in stark verunreinigter Kanalluft immer nur minimal sind, kann der Einfluß derselben hier ohne einen merklichen Fehler zu begehen, außer Betracht gelassen werden.

c) Vereinigter Einfluss der Feuchtigkeit und der chemischen Wirkungen.

Nach den vorangestellten Zahlen gilt für einen speziellen Fall folgender Vergleich:

Bei 3,5 l CO_2 in 1000 l Luft würde letztere 0,9965 cbm Raum einnehmen.

Bei 8° Temp. wiegt diese Menge in wassergesättigtem Zustande	0,9965 . 1,2507	= 1,2463 kg
3,5 l Kohlensäure wiegen		= 0,0072 „
daher das Gewicht von 1 cbm der vorausgesetzten Beschaffenheit		= 1,2535 kg

Da aber 1 cbm kohlensäurefreie Luft von 8° Temp. und 35 % Feuchtigkeitsgehalt 1,2543 kg wiegt, so reicht der geringe Anteil von 3,5 ‰ CO_2 in einer um 65 Proz. mit Feuchtigkeit höher gesättigten Luft fast vollständig aus, um das Mindergewicht dieser Luft zu kompensieren.

Da in der Regel mit steigender Temperatur der Kanalluft gleichzeitig der Dampf- und Kohlensäuregehalt wachsen wird, kann ohne größere Ungenauigkeit angenommen werden, daß dadurch die stattfindenden Gewichtsschwankungen der Kanalluft stets einen gewissen Ausgleich finden, das Gewicht der Kanalluft also einigermaßen konstant ist. Diese Annahme erscheint um so mehr zulässig, als die Temperaturschwankungen der Kanalluft sich nur in engen Grenzen bewegen. Danach scheidet neben den chemischen Ursachen auch der Feuchtigkeitsgehalt der Kanalluft als bewegende Kraft derselben ziemlich aus, wonach als solche nur Temperaturdifferenzen verbleiben.

Will man aber den Einfluß der Feuchtigkeit genau verfolgen, so stehen dem, wenn nur bestimmte Annahmen über Lufttemperaturen und Feuchtigkeitsgehalt gemacht werden, keinerlei Schwierigkeiten entgegen.

Angenähertes über den Gewichtsunterschied zwischen Kanalluft und Außenluft nach Temperatur und Feuchtigkeit und bei bestimmten Annahmen über die CO_2-Menge ergiebt eine Tabelle, welche man erhält, wenn man den verschiedenen Jahreszeiten entsprechende Annahmen über Temperatur und Feuchtigkeit macht. Eine solche Tabelle, folgt nachstehend:

Jahreszeit	Luftart	Temperatur	Feuchtigkeit	Gewicht der Luft	Kohlensäure	Gesamtgewicht pr. cbm
Sommer	im Freien	20	70	1,1969	0,00072	1,1976
	in geschlossen. Räumen	16	35	1,2183	0.0014	1,2197
	Kanalluft	10	100	1.2406	0.0072	1.2470
Frühling und Herbst	im Freien	5	70	1.2663	0,00072	1,2670
	in geschlossen. Räumen	18	35	1.2093	0,0014	1.2107
	Kanalluft	8	100	1.2507	0,0072	1,2579
Winter	im Freien	—10	70	1.3405	0,00072	1.3412
	in geschlossen. Räumen	20	35	1,2009	0,0014	1,2023
	Kanalluft	5	100	1,2648	0,0072	1.2720

Nach der Tabelle tritt der Einfluß des CO_2-Gehalts auf das Gewicht der Kanalluft zurück gegenüber dem Einfluß der Feuchtigkeit.

Wird die Luft des Freien bezw. diejenige geschlossener Räume als in den beiden Schenkeln kommunizierender Röhren liegend und die Kanalluft als zwischen den beiden Schenkeln befindlich gedacht (sodaß in allen Fällen die Kanalluft die tiefste Stelle einnimmt), so findet nach der obigen Tabelle (da, wo die derselben zu Grunde liegenden Annahmen erfüllt sind),. bei Sommertemperaturen in dem von der Luft der geschlossenen Räume erfüllten Schenkel ein Ueberdruck von 1,2197 — 1,1976 = 22,1 g (= 0,0221 mm Wassersäulenhöhe) statt, der auf eine Bewegung der Luft aus den Häusern durch den Kanal ins Freie wirkt.

Umgekehrt gestaltet sich das Bild in den übrigen Jahreszeiten: Im Frühling, Herbst und Winter ist Ueberdruck der Außenluft über die Luft der geschlossenen Räume vorhanden und derselbe beträgt im Frühling und Herbst 56,3 g (= 0,0563 mm Wassersäulenhöhe). Im Winter ist der Ueberdruck 138,9 g (= 0,1389 mm Wassersäulenhöhe).

Abgesehen von der Sommerzeit wird also die niedere Temperatur der Außenluft im Sinne einer Bewegung durch die Kanäle in die Häuser wirken.

Mit Hilfe der allgemeinen Gleichung

$$v = \sqrt{2gh \cdot 733}$$

in welcher g die Erdacceleration (= 9,81 m) und h in Metern Wassersäule zu verstehen ist, läßt sich ein angenähertes Bild von der durch jene Ueberdrücke erzeugten Luftgeschwindigkeit gewinnen. Man findet aus derselben:

für die Sommerzeit . . . . . $v_1 = 0{,}579$ m
für die Frühlings- und Herbstzeit $v_2 = 0{,}923$ m
für die Winterszeit . . . . . $v_3 = 1{,}453$ m

Da aber die obige Gleichung die Reibungs- und sonstigen Widerstände unberücksichtigt läßt, sind die berechneten Werte zu hoch. Man wird in vielen Fällen nicht weit fehl gehen, wenn man für jene Widerstände 50 Proz. in Abrechnung bringt. Dafür ergiebt sich:

zur Sommerszeit . . . . $v_I = 0{,}285$ m
zur Frühlings- und Herbstzeit $v_{II} = 0{,}462$ m
zur Winterszeit . . . . . $v_{III} = 0{,}727$ m

Hierzu will aber beachtet sein, daß zwischen der Außenluft und der Luft geschlossener Räume die Kanalluft liegt, welche (vergl. Tabelle) im Frühling, Herbst und Winter ein Gewicht hat, welches demjenigen der Außenluft nahekommt und dasjenige der Luft geschlossener Räume übertrifft. Im Sommer hat dagegen die Kanalluft das größte Gewicht unter den drei in Frage kommenden Luftarten. Es folgt daraus, daß während die oben (zuletzt) berechneten Luftgeschwindigkeiten für Frühlings-, Herbst- und Winterszeit nahezu Geltung haben werden, die für die Sommerzeit berechnete (ohnehin nur geringe) Geschwindigkeit v_I eine erhebliche Einbuße erleiden und völlig zu Null werden kann. In dem Falle würden also Feuchtigkeit und CO_2-Gehalt der Kanalluft als Faktoren für die Bewegung derselben thatsächlich in Wegfall kommen.

d) Geschwindigkeit der Luftbewegung infolge von Temperaturunterschieden.

Aufschluß über die Geschwindigkeit der Luftbewegung infolge von Temperaturunterschieden geben die folgenden, theoretisch entwickelten Ausdrücke:

$$1)\ V_1 = \sqrt{2\,g\,H\,\frac{T-t}{273+T}},\ \text{und}\ 2)\ V_2 = \sqrt{2\,g\,H\,\frac{T-t}{273+t}}$$

in welchen H die Höhe der kälteren (wärmeren) Luftsäule, T die höhere, t die niedrge Temperatur, g die Erdacceleration bezeichnen. Gleichung 1) gilt für den Zustand, bei welchem die kalte, schwerere Luft in warme

hineinfließt, Gleichung 2) für den umgekehrten Zustand, wo warme Luft in kalte hineinfließt.

Folgende Rechnungen machen die Verhältnisse einigermaßen anschaulich:

Es herrsche in einem mit dem Kanal verbundenen aufsteigenden Rohr der Höhe H eine niedrigere Temperatur als im Kanal. Dies findet z. B. zur kalten Jahreszeit in einem frei liegenden Regenrohr statt, welches mit dem Straßenkanal verbunden ist. Setzt man die Temperatur im Kanal $T = 5^0$, die Temperatur im Regenrohr $= 0^0$ und nimmt die Höhe H einmal $= 1{,}5$ und ein andermal $= 15$ m an, so erhält man aus der für diesen Fall anzuwendenden Gleichung 1:

$$v_{1,5} = 0{,}726 \text{ m und } v_{15} = 2{,}296 \text{ m}$$

und unter Abrechnung von 50 Proz. für Reibungs- und sonstige Bewegungswiderstände:

$$v_{1,5} = 0{,}363 \text{ m und } v_{15} = 1{,}148 \text{ m.}$$

Mit diesen Geschwindigkeiten etwa wird die Luft sich im Regenrohr absteigend zum Kanal bewegen. Indem nun für $T = t$ die Geschwindigkeit zu Null wird und der Zustand, bei dem die Temperaturen im Regenrohr und im Kanal übereinstimmen, an zahlreichen Tagen im Jahre stattfinden kann, so folgt, daß die Benutzung der Regenrohre für den Lüftungszweck der Kanäle von nur geringer Bedeutung sein wird, so lange es sich bloß um die Wirkung von Temperaturdifferenzen handelt. Es kommt aber noch eine andere Wirkung in Frage, auf welche weiterhin einzugehen ist.

Werden für den Lüftungszweck der Kanäle warm liegende Hausentwässerungsrohre benutzt und wäre die Temperatur in denselben $T = 18^0$, die Temperatur im Kanal $t = 8^0$, die Höhe des Rohrs einmal $= 1{,}5$, ein zweites Mal $= 15$ m, so würde die (für diesen Fall anzuwendende Gleichung 2) ergeben, und zwar nach Reduktion der Geschwindigkeiten um 50 Proz. für Reibungs- und sonstige Widerstände:

$$v_{1,5} = 0{,}502 \text{ m und } v_{15} = 1{,}644 \text{ m.}$$

Dies würden die Geschwindigkeiten sein, mit welchen die Kanalluft durch das Hausentwässerungsrohr aufsteigt. Da bei sorgfältig ausgeführten Anlagen die hier vorausgesetzten Temperaturen in den Hausrohren wohl während des ganzen Jahres erhalten werden können, so ersieht sich, die sehr große Bedeutung, die mit der Benutzung warmer Hausrohre für den Lüftungszweck von Kanälen verbunden sein kann. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß infolge des Durchganges kälterer Luft durch die Hausrohre diese einer beständigen Abkühlung unterworfen sind, für welche ein ausreichender Wärmeersatz beschafft werden muß.

e) Einfluss von Barometerdruck-Verschiedenheiten.

Da für je etwa 10 m Höhenunterschied ein Unterschied im Barometerdruck von etwa 1 mm stattfindet, so beträgt der Barometerdruck, und, übereinstimmend damit, das spezifische Gewicht der um h m tiefer liegenden Luftschicht, wenn dasjenige bei 760 mm Barometerstand = 1 gesetzt wird:

$$\frac{760 \pm 0{,}1\,h}{760} \cdot 1{,}0.$$

Wäre etwa $h = 15$ m, so würde das spezifische Gewicht der Luft an der Kanalsohle, verglichen mit der um 15 m höher liegenden Luftschicht $= \frac{761,5}{760} \cdot 1,0 = 1,002$ sein, also 1 cbm Kanalluft um 2 g schwerer sein als Luft die in 15 m Höhe über Kanalsohle entnommenen wurde. Der Einfluß dieses Unterschiedes gegenüber dem Einfluß von Temperatur- und Feuchtigkeitszunahmen ist daher verschwindend. Die bei 15 m Druckhöhe (Ansteigung einer Kanalstrecke) durch den Unterschied des Barometerdrucks an beiden Enden sich ergebende Geschwindigkeit der Luftbewegung würde rechnungsmäßig (ohne Berücksichtigung der Reibung u. s. w.) nur 0,018 m betragen.

f) Einfluss der Wasserströmung im Kanal.

Dieser zwar längst im allgemeinen bekannte Einfluß ist bisher nur durch exakte Versuche von Soyka einigermaßen näher bekannt geworden. Dieselben sind an einer 34 mm weiten, 1400 mm langen Röhre vorgenommen worden, durch welche Wasser ablief und Rauch angesaugt ward. Es fand sich, daß die Luftbewegung abhängig von dem Verhältnis: $\frac{\text{Wasserquerschnitt}}{\text{Luftquerschnitt}}$, ferner abhängig von der Größe der Berührungsfläche zwischen Luft und Wasser, sowie endlich abhängig von der Wassergeschwindigkeit selbst war.

Je größer obiges Verhältnis, und ferner, übereinstimmend damit, Berührungsfläche und Wassergeschwindigkeit waren, um so größer auch die Luftgeschwindigkeit. Soyka beobachtete letztere zu 0,39—0,45 der Wassergeschwindigkeit, welche von 0,063—0,3289 m wechselte, und sprach, allerdings unter Hervorhebung der Verschiedenheiten, welche bei anderen Profilformen der Kanäle und andern Wassergeschwindigkeiten bestehen, die Vermutung aus, daß die Luftgeschwindigkeit in Kanälen wohl nie über die Hälfte der Wassergeschwindigkeit hinausgehe, wahrscheinlich noch ziemlich weit unter derselben bleibt. Diese Ansicht wird aber für manche und zwar besonders wichtige Fälle nicht das Richtige treffen und zwar deshalb nicht, weil das Experiment Soyka's sich allzu weit von der Wirklichkeit entfernte. Die Füllungszustände der Röhre (von 6,6—24, 2 Proz.) des Gesamtquerschnitts sowohl als der Querschnitt selbst, als endlich die Wassergeschwindigkeiten waren zu gering, um Uebertragung der Ergebnisse auf andere Verhältnisse als diejenigen, unter denen experimentiert wird, zu erlauben.

Mit höheren Geschwindigkeiten und vor allem mit größeren Wassermengen wächst der Ausdruck für die dem Wasser innewohnende lebendige Kraft:

$$S = \frac{Q}{g} \frac{v^2}{2}$$

von welcher die Fähigkeit des strömenden Wassers, Luft mitzureißen, besonders abhängt, in stark zunehmendem Verhältnis, so daß bei hohen Kanalfüllungen und großer Wasserströmung auf ein wesentlich größeres als das von Soyka an einem Versuchsapparat minimalster Größe gefundene Resultat gerechnet werden kann.

Es ist sogar die Ansicht nicht abzuweisen, daß die Luftgeschwindigkeit in Kanälen die Wassergeschwindigkeit übertreffen könne; ob diese Ansicht auf den Ergebnissen einwandfreier Beobachtungen

basiert oder nicht, mag dahingestellt sein; eine Unmöglichkeit wird nach Erfahrungen, welche an Ventilatoren gemacht sind, die als treibende Kraft freie Wasserstrahlen benutzen (Aeolus, auch Viktoria-Ventilator genannt), nicht ohne weiteres behauptet werden können. — Auch Versuche über die Ansaugungsfähigkeit, welche in senkrechten Röhren herabstürzende Wassermassen auf die freie Luft ausüben (vergl. unter X, 7), können zur Bestätigung dieser Ansicht herangezogen werden.

Man darf also behaupten, daß die wichtige Frage nach dem Einfluß der Wasserströmung in Kanälen auf die Bewegung der darüber liegenden Luftschicht durch die Soyka'schen Arbeiten nur erst unzureichend gelöst ist und es weiterer Versuche mit großen Rohrquerschnitten, stärkeren Füllungsgraden der Kanäle und größeren Geschwindigkeiten, als womit Soyka experimentierte, bedarf, wobei auch die Form der Verbindung des Rohrinnern mit der freien Atmosphäre sehr zu berücksichtigen sein wird, um der Wirklichkeit angenäherte Zahlen zu erlangen.

g) Anderweite Einführungen von Luft in die Kanäle, welche auf Saugwirkung beruhen.

Sowohl mit den durch die Gullyrohre, als durch die Regenrohre, als durch die sonstigen, der Hausentwässerung dienenden Rohre den Kanälen zugeführten Wassermengen werden gewisse Luftmengen in die Kanäle teils hineingesaugt, teils hineingepreßt, die größeren jedenfalls durch Saugwirkung. (Vergl. Gesundheits-Ingenieur 1893. S. 578). Diese Erscheinung ist mit der unter f) besprochenen in ihren Grundlagen übereinstimmend: ein Teil des Querschnitts der Rohre ist mit Wasser erfüllt, welches, herabstürzend, in dem nicht erfüllten Querschnittsteile Luft mit sich führt; diese Luftmengen können sehr bedeutend sein, unter Umständen die Wasserführungsfähigkeit der Kanäle schmälern. Nichtsdestoweniger muß der Vorgang an sich für einen durchaus erwünschten erklärt werden, und es liegt vom Standpunkte dieser günstigen Beurteilung kein Grund vor, Einrichtungen zu ersinnen, welche jene Luftmengen von dem Eintritt in die Kanäle abhalten wollen. Nur unter ganz besonderen Verhältnissen könnte die Abhaltung jener Luftmengen von den Kanälen das kleinere Uebel sein.

h) Einfluss des Windes.

Der Fall, daß Kanalendigungen dem Einfluß des Windes unmittelbar offen stehen, wird wohl nicht allzu häufig vorkommen; es fehlt an jeglicher Unterlage, einen derartigen Einfluß näher untersuchen zu können.

Letzteres ist vielleicht nur mit Bezug auf den besonderen Fall möglich, der die Wirkung betrifft, welche von Luftströmungen ausgeübt wird, die über Stellen weggehen, an denen der Luftinhalt des Kanals mit der freien Luft in Verbindung steht, wie z. B. durch Einsteigeschachte, Gullies, hochgeführte Rohre u. s. w. Es kann dabei sowohl frische Luft in den Kanal hineingepreßt, als Kanalluft durch Ansaugen zur Oberfläche geführt werden.

Es handelt sich hierbei um gewisse Verhältnisse zwischen Lage und Weite der Oeffnungen und Windgeschwindigkeiten, welche die Größe der hier fraglichen Wirkung bestimmen. Daß solche statt-

finden, lehrt die tägliche Beobachtung, und es scheint, daß sie viel größer sind, als man häufig annimmt.

3. Summarisches Ergebnis der Betrachtungen zu a—h.

In den vorstehenden Betrachtungen hat sich über die Ursachen des Luftwechsels in Kanälen etwa folgendes herausgestellt:

Den wichtigsten Faktor bilden Temperaturunterschiede und Feuchtigkeitsgehalt der Kanalluft; je höher beide, je leichter ist die Luft und je mehr Bewegungsantrieb wird im allgemeinen bestehen; der Einfluß beider Faktoren wird durch Entstehung von CO_2 und H_2S nur zum sehr geringen Teile aufgehoben. — Von großem Belang können die Wasserführung im Kanal, ferner die Einführung von Luft vermöge Saugwirkung von Röhren u. s. w., wie desgl. die Wirkung der über Kanalöffnungen fortgehenden Windströmungen sein. — Die Wirkung von Windströmen, welche direkten Zutritt zu dem Kanalinnern haben, ist durchaus von den örtlichen Verhältnissen abhängig.

Verschiedene der oben genannten Ursachen können sich summieren oder auch aufheben. Wann und wo das eine oder andere stattfindet, richtet sich durchaus nach der Beschaffenheit des Einzelfalles. Dies um so mehr, als der Einfluß gewisser Faktoren, der zweifellos vorhanden ist, wie z. B. Wechsel der Bodentemperatur, Richtungs- und Querschnittswechsel sowie Ungleichheiten im Füllungszustande der Kanäle u. s. w. sich der allgemeinen Betrachtung entziehen. Das Endresultat aller mitwirkenden Ursachen kann daher nicht anders als sehr wechselvoll sein, und zwar auch in dem Sinne, daß die Luftbewegung andere Richtungen als die vermuteten einschlägt, daß in den einzelnen Abschnitten einer Leitung sich umgekehrte Bewegungsverhältnisse etablieren, daß selbst in verschiedenen Teilen eines und desselben Querschnittes sich nicht bloß Luftströmungen ungleicher, sondern auch entgegengesetzter Richtung einstellen.

Daher ist, von besonders einfach liegenden Fällen oder kurzen Strecken mit Einheitlichkeit der Zustände abgesehen, das Problem: die Luftbewegung in Kanälen nach Richtung und Geschwindigkeit allgemein näher zu erkennen, zu verwickelt, um auf theoretischem Wege lösbar zu sein. Aber die auf dem Wege direkter Beobachtung erlangten Resultate werden nur für den einzelnen Fall oder nahe verwandte Fälle Geltung beanspruchen können und keine Verallgemeinerung zulassen. Wenn sie aber auch nur so viel Bedeutung besitzen, um zu erweisen, daß die durch theoretische Auffassung oder Einzelexperimente erlangten Resultate von der Wirklichkeit leicht Lügen gestraft werden, so erscheint dies hinreichend, um eine kurze Mitteilung über die bisher bekannt gewordenen Ergebnisse solcher Beobachtungen hier folgen zu lassen.

4. Direkte Versuche über die Luftbewegung in Kanälen.

v. Roszahegyi ist durch Versuche zur Sommerszeit an besteigbaren Kanälen (in München) zu folgenden Schlußfolgerungen gelangt:

daß die Bewegung in den Kanälen viel mehr stromabwärts als aufwärts gerichtet und die Geschwindigkeit der Luft in tiefer liegenden Kanälen größer als in flach liegenden sei, daß aufwärts gerichtete Luftströmungen selten vorkommen und auf sehr kurze Strecken beschränkt sind;

daß durch Anschlüsse von Gullies und Hausentwässerungen öfter eine Strömung von Kanalluft heraus- als hereingehe.

Wenn zwei solche Anschlüsse nahe bei einander liegen, könne zwischen beiden ein Austausch von Luft stattfinden.

Die vorwaltende Abwärtsströmung der Kanalluft scheine lediglich durch den Strom des fließenden Wassers bewirkt zu werden: die herrschende Windrichtung habe keinen merklichen Einfluß auf Richtung und Geschwindigkeit.

Zur teilweisen Erklärung dieser Folgerungen ist hinzuzufügen, daß die Temperatur der Kanalluft während der Versuche um durchschnittlich 3,2—5,6° niedriger war als die der Außenluft.

Lissauer gelangte zu dem Ergebnis:

daß im Danziger Kanalnetz im allgemeinen ein absteigender Luftstrom herrscht.

Soyka hat die Versuche v. Roszahegyi's während der Wintermonate an Münchener Kanälen wiederholt. Seine kaum abweichenden Schlußfolgerungen sind oben bereits berücksichtigt worden.

Zu den Versuchen beider Experimentatoren kann man bemerken, daß sie zeitlich wenig ausgedehnt waren, auch der Aufenthalt in den Kanälen und die Messung der Luftgeschwindigkeit mit nur einem Anemometer, anstatt mit mehreren, in verschiedenen Teilen des Querschnitts gleichzeitig aufgestellten, zu großen Ungenauigkeiten führen kann.

Umfassender nach ihrer Dauer, aber beschränkter nach der Oertlichkeit sind Versuche von Crimp, zu Wimbledon (England) in einer Weise angestellt, welche die Ergebnisse der Versuche als relativ fehlerfrei erscheinen läßt: es wurde an einem nicht besteigbarem Rohrkanal von 30 cm Weite und 570 m Länge, der die sehr hohen Gefälle zwischen 1:28 und 1:9 hatte, während der Dauer eines vollen Jahres experimentiert.

Am unteren Kanalende waren unmittelbar hinter einander zwei Kammern angelegt, in deren Trennungswand Crimp zwei Flügelanemometer anbrachte. Vor dem einen ordnete er, der Kanalseite zugewendet, und vor dem anderen, dem Ausflußende desselben zugewendet, ein Glimmerplättchen-Ventil an. Mit dem Anemometer waren selbstthätige Registriervorrichtungen verbunden. Indem die von außen kommende Luftströmung das eine, und die von innen kommende das zweite Ventil passierte — währenddem das zweite Ventil sich selbstthätig schloß — wurden alle Strömungen, ob ab- oder aufwärts gerichtet, während der ganzen Beobachtungsdauer registriert. Die Ergebnisse davon sind in folgender Tabelle mitgeteilt.

Es wurden Strömungen verzeichnet im	Aufwärts an Tagen	Abwärts an Tagen	In beiden Richtungen an Tagen
Januar	13	12	8
Februar	19	29	19
März	13	27	11
April	19	30	19
Mai	11	26	11
Juni	3	27	3
Juli	2	28	2
August	4	27	4
September	5	20	5
Oktober	3	12	1
November	5	26	5
Dezember	—	9	—
Summa	97	273	88
Ungefähres Verhältnis	1	3	1

Einer kleinen Ungewißheit läßt diese Tabelle darin Raum, daß sie nur die über einer gewissen unteren Geschwindigkeitsgrenze liegenden Luftströmungen nachweist. Der Einfluß dieser Ungewißheit erscheint aber dadurch ausgeglichen, daß bei beiden Thermometern die betr. Grenzen wohl gleich gelegen haben.

Auch die Crimp'schen Zahlen bestätigen den großen Einfluß, welchen die neben Temperatur- und Gewichtsunterschieden wirksamen anderweiten Faktoren ausüben. Nur in der kälteren Jahreszeit finden nach der Tabelle nennenswerte Aufwärtsbewegungen der Kanalluft statt, während Abwärtsbewegungen das ganze Jahr hindurch vorkommen, am häufigsten in der warmen und wärmeren Jahreszeit und an einer großen Anzahl von Tagen auch die Bewegungsrichtung gewechselt hat.

Crimp sieht nach Ergebnissen anderweiter von ihm angestellter Versuche die Ursache der Luftbewegung in Kanälen vorwiegend in Windströmungen und mißt der Wasserströmung im Kanal nur geringen Einfluß bei. Dies ist erklärlich, weil bei dem sehr starken Gefälle des Kanals, an dem er experimentierte, die Wasserführung derselben nur sehr gering sein konnte, zu Zeiten sogar wohl ganz gestockt hat.

Crimp war imstande, nach den Anemometerangaben auch die ungefähren Luftmengen zu berechnen, welche sich in den beiden Richtungen des Kanals während der Jahresdauer fortbewegt haben. Dieselben ergaben sich zu etwa 60 Proz. der überhaupt bewegten Luftmenge für die abwärts und 40 Proz. für die aufwärts gerichteten Strömungen. Es müssen danach die aufwärts gerichteten Strömungen erheblich stärker als die abwärts gerichteten gewesen sein, was auch den natürlichen Verhältnissen (Summierung oder Subtraktion der Strömungen) durchaus entspricht. —

Hält man es für zulässig, aus den vorgeführten Versuchsergebnissen einen Schluß von allgemeiner Bedeutung zu ziehen, so kann derselbe nur dahin lauten, daß die Luftbewegung in Kanälen besonders von Wasserströmungen im Kanal und von Windströmungen über Oberfläche abhängig sei.

Nur über die Wasserströmungen besitzen wir eine gewisse Ge-

walt: Man mache dieselbe groß, ohne aber den Wasserquerschnitt zu sehr zu ermäßigen (vergl. unter VII).

5. Folgerung bezüglich der Kanalgas-Theorie.

Obgleich die vorangestellten Erörterungen eher ein mehr negatives als positives Ergebnis geliefert haben, erscheinen sie doch insofern von einiger Bedeutung, als durch sie die der Kanalgas-Theorie zu Grunde liegende Ansicht: daß die Luftbewegung in Kanälen der Regel nach (wenn nicht ausschließlich) aufwärts gerichtet sei, also einen hohen Grad von Regelmäßigkeit aufweise, sehr eingeschränkt, beinahe widerlegt wird. Regelmäßigkeit ist gerade diejenige Eigenschaft der Kanalluftbewegung, welche derselben am meisten abgeht; ihr Charakteristikum ist in höherem Grade der Wechsel, sowohl was die Richtung als die Geschwindigkeit betrifft. Es muß danach der Inhalt der Kanalgas-Theorie, welche den Kanalgasen die Hervorrufung und weitere Ausbreitung einiger epidemischer Krankheiten zur Last legt, als wenig haltbar erscheinen. Näheres hierüber bei Soyka a. a. O.

6. Künstliche Lüftungseinrichtungen.

Die Mittel, künstlich einen größeren bestimmenden Einfluß auf die Luftbewegung in Kanälen auszuüben, sind durch ihre Kostspieligkeit beschränkt; man kommt über die einfachen Mittel der sogen. natürlichen Ventilation meist nicht weit hinaus.

Dem Anschluß an kleine Gasflammen (auch Straßenlaternen) ist, wo es sich um Straßenkanäle handelt, keine ausreichende Bedeutung beizulegen. — Ob die Anbringung von hochgeführten Rohren mit Ventilatoren im Kopf ein Ergebnis liefert, welches im Vergleich zu den Kosten ausreichend erscheint, kann dahingestellt werden; ausgiebige Anwendung soll von diesem Mittel u. a. in Liverpool gemacht sein.

Als weiteres Mittel kommt Anschluß an Schlote oder Dampfschornsteine größerer Feuerungen in Betracht. Der Anschluß an Dampfschornsteine ist in zahlreichen Fällen ausgeführt und immer zu empfehlen, wo die Anschlußleitungen kurz sind, weil dann weder hohe Kosten entstehen, noch die Widerstände für die Luftbewegung eine beträchtliche Größe erreichen. Besondere massive Schlote (Ventilationstürme) sind für die Kanalisation von Frankfurt a. M. gebaut worden. Wie weit die Grenzen liegen, bis zu welchen Aspirationswirkungen der Schlote auf die Kanalluft stattfinden, läßt sich rechnungsmäßig nicht ermitteln, ist auch starken Wechseln nach Witterungsverhältnissen und Lage von Verbindungen der Kanalluft mit der freien Luft unterworfen. Nach Versuchen Bazalgette's (über die Näheres nicht bekannt ist) soll die Wirkung solcher Schlote sich nur auf eine Kanallänge von 90—180 m (100—200 Yards) vom Fuße des Schlotes erstrecken. Ueber die thatsächlichen Leistungen der Frankfurter Ventilationstürme ist nichts Gewisses bekannt geworden; man wird die Ansicht hegen dürfen, daß dort zwischen Zweckerfüllung und Mittel ein ziemliches Mißverhältnis besteht.

Als Hilfsmittel zum Luftwechsel in den Kanälen sind (unter XI) die Einsteigeschächte angeführt worden. Dieselben bilden den kürzeren Schenkel von zwei kommunizierenden Rohren und es

wird als zweiter Schenkel ein am Aeußern der benachbarten Gebäude oder im Innern derselben angeordnetes Rohr (Hausentwässerungs-Regen-Rohr u. s. w.) benutzt, worüber unter XVI Näheres mitgeteilt ist. Um für den Fall, daß durch die Schächte nicht Eintritt frischer Luft, sondern Austritt von Kanalluft stattfindet, Belästigungen zu vermeiden, hat man die Schächte wohl dichtschließend abgedeckt und neben jeden einen zweiten kleineren, weniger tiefen Schacht gelegt, dessen Deckel durchbrochen ist. In die Verbindungsöffnung zwischen den beiden Schächten wird dann ein desinfizierendes oder doch desodorierendes Mittel (Kohle, rohe Karbolsäure, Chlorkalk u. s. w.) gebracht, mit welchem die austretende Luft in Berührung kommt.

Zwei nahe zusammenliegende Einsteigeschächte können ebenfalls als Schenkel kommunizierender Rohre wirken; bei dem immer nur geringen Höhenunterschiede beider Luftsäulen kann diese Wirkung jedoch nur eine geringe sein.

Im Ueberschwemmungsgebiet, ebenso in einzelnen Schächten, deren Abdeckung der Ueberflutung bei größeren Regenfällen ausgesetzt ist, kann es notwendig sein, für den Lüftungszweck auf die Mitwirkung der Einsteigeschächte Verzicht zu leisten. Anderweit geschieht dies auch oft ohne zwingenden Grund.

Wo bei sehr starken Kanalgefällen die Luft den Weg aufwärts weit verfolgt, kann man dieselbe durch das Mittel zum Austritt an einer bestimmten Stelle zwingen, daß man in den Kanal an dieser Stelle eine leichte Klappe einhängt, welche sich um eine horizontale Achse dreht und vor dem Wasserstrom öffnet, vor dem Luftstrom aber schließt.

Mori, *Ueber pathogene Bakterien im Kanalwasser, Zeitschr. f. Hyg.* 4. *Bd.*

v. Naegeli, *Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankh. u. der Gesundheitspfl.*, 1878.

v. Naegeli, *Uebergang von Spaltpilzen in die Luft. Centralbl. f. d. medizin. Wissenschaften*, 1882.

Miquel, *Les organismes vivants de l'atmosphère, Paris* 1883

Miquel, *Étude sur les poussières organiques de l'atmosphère, Compt. rend. hebd. de l'académie des sciences* 1878 *und in den Annuaires de Montsouris* 1879.

Miquel, *Septième mémoire sur les organismes microscopiques de l'air et de l'eau. Ann. de Montsouris* 1885.

Zuber, *Des gaz d'égout et de leur influence sur la santé publique. Revue d'hygiène* 1881.

Zuber, *De l'influence pathogénique des gaz d'égout, Revue d'hygiène* 1882.

Poincarè, *Etude sur les circonstances qui peuvent faire varier la richesse des égouts en microbes, Revue d'hygiène* 1889.

Hesse, *Quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen in den Mitt. a. d. Kaiserl. Gesdh.-A.* 1884.

Hesse, *Bemerkungen zur quantitativen Bestimmung der Mikroorganismen der Luft, Zeitschr. f. Hyg.* (1886) *IV.*

Lissauer, *Ueber das Eindringen von Kanalgasen in die Wohnräume. Vierteljschr. f. ö. Gesundheitspfl* 13. *Bd.*

Soyka, **Roszahegyi**, **Renk**, *Ueber Kanalgase als Verbreiter epidemischer Krankheiten, Vierteljschr. f. ö. Gesundheitspfl.* 14. *Bd.*

Soyka, *Untersuchungen zur Kanalisation*, 1885.

Mc Clellan, *The sewer gases question, New-York* 1890.

Ueber Vergiftungen durch Kanalgase siehe Vierteljschr. f. ger. Mediz. (1893) 3. *Folge* 5. *Bd.* 2. *H.*

Vermeintliche Typhusepidemien durch Kanalgase in Ann. d'hygiène, 21. *Bd.* 338.

Crimp, *Experiments on the movement of sewer air at Wimbledon, in Transact. of the Inst. of Civ. Engin. London* 1889.

Strachan, *On sewer ventilation, daselbst* 1886.

Ueber Lüftung von Straßenkanälen. im Gesundheitsingenieur 1880, 1888; *Centralbl. d. Bauverwltg.* 1882; *Wochenbl. f. Bauk.* 1886; *The Builder* 1880; *Iron* 1888; *Scientific American* 1873, 1880, 1886, 1889.

(*Weitere Litteraturangaben unter XVII.*)

XV. Besondere Anlagen und Einrichtungen.

1. Einbeziehung offener Wasserläufe in eine Kanalisationsanlage (Bachüberwölbung).

Nicht selten tritt die Frage auf, ob ein das Stadtgebiet durchfließender kleiner Wasserlauf in das Kanalnetz einzubeziehen sei oder nicht? Die Veranlassung dazu wird immer wohl nur ein arger Verunreinigungszustand des Wasserlaufs sein, der seinerseits besonders von der Form des Flußbettes, seiner geologischen Beschaffenheit und Lage bedingt ist. In schlammigem Bette, träge, durch Privatgrundstücke, besonders die nach der Hinterseite belegenen Teile derselben, dahinfließende kleine Wasserläufe werden immer ein gesundheitlicher Uebelstand sein, dessen man nicht leicht anders als durch Einschließung des Baches in Mauerwerk Herr werden kann, aus dem Grunde, daß es unmöglich ist, mißbräuchliche Nutzungen desselben zu verhindern.

Schwierigkeiten verursacht gewöhnlich die Frage, ob die Einschließung auch zur Aufnahme außergewöhnlicher Hochwasser ausreichend bemessen werden kann. Wenn diese zu bejahen ist, wird die Einschließung wohl immer das Bessere sein. Es kommt bei der Beantwortung in Betracht, daß bei der Regelung, welche Gefälle und Profilweite des Wasserlaufs mit der Einschließung erfahren, ferner vermöge der glatten Beschaffenheit der Kanalwand die Wasserführungsfähigkeit des Kanals erheblich größer als die des offenen Wasserlaufs ist, andererseits aber auch, daß mit der Aufnahme eines Bachs in die Kanalisation die Ueberschwemmungsgefahr von Kellern bedeutend gesteigert werden kann.

Die Sachlage ist da, wo der Wasserlauf über öffentlichen Grund, durch Straßen und Plätze führt, wo also schon die Kontrolle durch die Oeffentlichkeit einem weitgehenden Mißbrauch des Baches steuert und wo das zum ausreichenden Schutz Erforderliche durch strenge polizeiliche Ueberwachung gesichert werden kann, oft eine andere. Da der Besitz eines offenen, wenn auch nur kleinen Gewässers in einem Orte für mancherlei Zwecke, wie z. B. Feuerlöschwesen, gewerbliche und häusliche Thätigkeit, auch für Reinlichkeitszwecke einen nicht zu unterschätzenden Wert hat, wird man Veranlassung haben können, die Frage der Zweckmäßigkeit der Fassung desselben in einen geschlossenen Kanal von mehreren Seiten anzusehen, wobei die Interessen der öffentlichen Gesundheitspflege leicht den Kürzeren ziehen können.

Gewöhnlich werden den im Vorstehenden erwähnten Momenten für und gegen die Einschließung noch weitere hinzutreten, so z. B. die Hemmung des Straßenverkehrs, die Beengung der Straßenbreite, die Schaffung von Terrain zu einer neuen Straße u. s. w.*). Ueberhaupt wird jeder einzelne Fall Besonderheiten aufweisen, die es unmöglich machen, die Aufgabe hier anders als im Vorbeigehen zu berühren.

Uebrigens wird die Einbeziehung eines offenen Wasserlaufs in das Kanalnetz zuweilen die Möglichkeit geben, das Wasser desselben

*) Einen bemerkenswerten Fall dieser Art bildet die Einschließung des Sennebaches auf seinem Laufe durch Brüssel, wo das dadurch gewonnene Terrain zur Schaffung der Prachtstraße des Boulevard central benutzt worden ist.

zum Spülen einzelner Kanäle zu verwenden, ebenso auch den kanalisierten Bach vielleicht zum Anschluß von Regenüberfällen zu benutzen.

2. Kreuzungen von Kanälen mit anderen unterirdischen Leitungen und mit offenen Wasserläufen.

Wenn Entwässerungskanäle mit anderen unterirdischen Leitungen zusammentreffen, können besondere konstruktive Schwierigkeiten dadurch entstehen, daß bei den Kanälen keine plötzlichen Profil- oder Gefällewechsel stattfinden dürfen. In den meisten Fällen werden daher die sonstigen Leitungen, bei denen Aenderungen nicht leicht auf Schwierigkeiten treffen, weil ihr Gefälle gleichgiltig ist, weichen müssen. Wo dies aus besonderen Gründen, etwa nach der Beschaffenheit der zu kreuzenden Anlage unmöglich ist, muß der Entwässerungskanal sich vielleicht Abweichungen vom Normalen gefallen lassen.

Zuweilen bietet sich das Mittel, an solchen Stellen einen Schacht anzulegen, durch den man die andere Leitung ungeändert hindurchführt, während der Kanal hier unterbrochen wird, indem derselbe von der einen Seite in der bisher eingehaltenen Höhenlage ein-, an der anderen tiefer, oder auch in gleicher Höhe als die gekreuzte Leitung wieder ausmündet. Hier findet also eine Abänderung der Höhenlage der Kanalsohle statt.

Unter anderen Umständen kann das Mittel passend sein, die Höhenlage der Kanalsohle unverändert beizubehalten, dagegen die Höhe des Kanalprofils so weit zu vermindern, damit der Kanal unter der gekreuzten Leitung passieren kann. Für das, was dabei in der Höhe des des Kanals an Profilgröße verloren geht, muß in der Breite desselben Ersatz geschaffen werden. Bei diesem Aushilfsmittel wird man leicht auf die Benutzung von Eisen zu einem Stück des Kanals geführt, weil man dabei mit einem Minimum von Höhe auskommt.

Wo die vorstehend besprochenen beiden Mittel nicht anwendungsfähig sind, bleiben noch folgende beiden Mittel übrig: Kreuzung mittelst Düker oder mittelst Heber. Düker und Heber werden wohl nur bei Kreuzungen der Kanäle und offenen Wasserläufen vorkommen.

Bei der Kreuzung mit Düker wird die Kanalsohle unter das Hindernis gesenkt, bei derjenigen mit Heber über dasselbe gehoben. Der Dükeranlage kann der Vorwurf der erschwerten Zugänglichkeit und der Möglichkeit von Verstopfungen bei geringer Wasserführung, der Heberanlage die Frostgefahr und auch die Möglichkeit, infolge von Luftansammlung im Heber zeitweilig zu versagen, gemacht werden.

In der Regel ist es notwendig, Düker an beiden Enden durch Einsteigeschächte zugänglich zu machen und Einrichtungen sowohl zum Spülen des Dükers als zum Schutz vor zu hohem inneren Druck desselben zu schaffen. Beiden Zwecken gleichzeitig können zuweilen Auslässe genügen, die bei einem gewissen Höhenstande des Wassers im Kanal in Wirksamkeit treten und welche mit den Regenüberfällen gleichartige Zwecke haben. Zuweilen ist es möglich, die Auslässe auch als Spüleinrichtungen zu benutzen, jedoch wird man dazu meist tiefer liegender Einlässe bedürfen. Bei Dükern von geringer Weite und Länge genügt zum Reinhalten oft schon das Legen einer Kette auf der Dükersohle, die dazu dient, durch Hin- und Herbewegen etwaige Ablagerungen zu lockern und wieder in Bewegung zu setzen.

Bei großen Rohren, auf deren ununterbrochene Funktionierung besonderer Wert zu legen, ist es am sichersten, dieselben in einen großen Kanal frei auf die Sohle desselben zu legen; wenn dann in dem Dükerrohr einige Klappen angebracht werden, ist jede Stelle desselben jederzeit revisionsfähig. — Kostspieliger ist das Sicherungsmittel, den Düker doppelt herzustellen, entweder beide Leitungen von gleicher Kapazität oder die zweite, nur für Notfälle ausreichend, mit verringerter Leistungsfähigkeit.

Die Einsteigeschächte an den Dükerenden müssen Schlammsäcke erhalten. Um Betriebsunterbrechungen bei der Reinigung der Schlammsäcke zu vermeiden, legt man dieselben an jedem Ende wohl doppelt an; es wird aber meist genügen, nur den Einsteigeschacht am Zuflußende des Dükers doppelt herzustellen.

Zur Zusammenführung der Ablagerungsstoffe an einem Punkte und Vermeidung größerer Sammel- etc. Anlagen kann es zuweilen auch dienen, die Düker mit entsprechend starkem Sohlengefälle herzustellen. Gewöhnlich werden aber die örtlichen Verhältnisse so beschaffen sein, um den Düker von den beiden Enden aus steigend und im Mittelteil mit einem kurzen, wagrechten Längenteil anzulegen.

Heberanlagen sind der Gefahr der Verstopfung nicht so leicht als Düker unterworfen, wenn nur durch Schlammsäcke u. s. w. der Gefahr des Hineingelangens grober Verunreinigungen begegnet ist; desgleichen sind etwaige Reparaturen mit Leichtigkeit ausführbar. Bedenken mit Bezug auf Frostsicherheit sind bei der Wärme, die das Kanalwasser namentlich zu Zeiten geringen Abflusses besitzt, nicht hoch anzuschlagen, sodaß eine gute Umkleidung mit schlechten Wärmeleitern wohl immer genügt. — Wichtig ist die Erhaltung der steten Luftverdünnung im Heber. Es wird dazu am höchsten Punkt der Leitung ein kleiner — negativer — Windkessel angeordnet, in welchem — etwa durch Verbindung mit einem aus der städtischen Wasserleitung gespeisten Ejektor — dauernd der notwendige Grad der Luftverdünnung erhalten wird.

3. Einlässe für Abwasser in offene Recipienten.

Einerlei, ob es sich um geklärte oder nicht geklärte Abwasser, oder um das durch Regenüberfälle zugeführte Wasser handelt, so muß, damit rasche Mischung (Verdünnung der Wasser) stattfinde, auch um Ablagerungen von zugeführten Sinkstoffen am Ufer zu vermeiden, die Ausmündungsstelle bis ins tiefe Wasser (an den sogen. Stromstrich) hinangeführt werden. Wenn also das tiefe Wasser nicht unmittelbar am Ufer liegt, ist, anschließend an die zum Ufer führende unterirdische Leitung, ein mehr oder weniger langes Stück auf den Grund des Gewässers versenkter Leitung notwendig, die in Holz hergestellt wird. Sie muß, damit nicht Ablagerungen in ihr stattfinden, entweder reichliches Gefälle erhalten, oder es sind an ihrem Landende Vorrichtungen zu treffen, welche dem durchströmenden Wasser eine zur wirksamen Spülung ausreichende Geschwindigkeit erteilen. Dazu kann sowohl ein kurzes Kanalstück mit starkem Gefälle, als eine selbstthätige Klappe, die erst unter einem gewissen Ueberdruck öffnet, als beide Einrichtungen verbunden angewendet werden.

Ein bezügl. Beispiel bildet die Anwendung des Kölner Hauptentwässerungskanals in den Rhein. Die vom Ufer aus rückwärts in das

Entwässerungsgebiet führende Kanalstrecke muß vor dem Rücktritt von Hochwassern geschützt werden. Dazu dient es zunächst, daß die Sohle derselben möglichst hoch gelegt, d. h. der Kanal mit breiter Sohle und geringer Höhe erbauet ward.

Wo dies Mittel nicht ausreicht, müssen Verschlüsse der Kanalöffnung angewendet werden, die, je nach Umständen, selbstthätig oder zum Bewegen von Hand einzurichten sind; selbstthätige Einrichtungen, wie z. B. Kugelventile und Drehklappen, genügen im allgemeinen aber nur für kleine Anlagen, während für größere und große solche, die von Hand zu bewegen sind, geschaffen werden müssen. Doch sind selbstthätige Einrichtungen auch dann noch anwendbar, wenn, wie an der Meeresküste oder im Flutgebiet von Tideströmen, der Wechsel der Wasserstände sich immerwährend und regelmäßig vollzieht. Hier können mit ausreichender Zuverlässigkeit für das Funktionieren sogenannte Spülthüren (gleich den Stemmthoren gewöhnlicher Schleusen) verwendet werden, deren Oeffnungsweite aber, um den Schluß bei wieder steigendem Wasser zu sichern, fest begrenzt werden muß. Zur Sicherheit bei etwaigen Beschädigungen ist hinter den selbstthätigen Spülthoren noch ein — nicht zur Selbstthätigkeit eingerichteter — Schieberverschluß anzuordnen.

Selbstthätige Einrichtungen sind auch bei unregelmäßigen Wechseln in den Wasserständen des Recipienten sowie in dem Falle noch ausreichend, wo neben den normalen (regelmäßigen) Wasserstandswechseln auch noch auf unregelmäßige gerechnet werden muß, wenn der selbstthätigen Vorrichtung eine von Hand zu bewegende hinzugefügt wird. Ein bezügl. Beispiel von besonderer Größe ist der Einlaß des Hamburger Geeststammsiels in die Elbe nahe der Hamburg-Altonaer Gebietsgrenze.

Muß auf längere Dauer der Hochwassersstände im offenen Recipienten gerechnet werden und würde durch Rücktritt derselben der Zuleitungskanal ganz gefüllt, sogar Rückstau in die Hausanschlüsse eintreten können, so ist es notwendig, für Entlastungseinrichtungen zu sorgen, welche in Auslässen bestehen können, die dem Abwasser einen Weg nach einem Gewässer mit niedrigerem Spiegelstande eröffnen, der nur in Zeiten äußerster Not freizugeben ist. Oder es ist ein Pumpwerk einzurichten, groß genug, um den Wasserüberschuß fortschaffen zu können, ein Mittel, welches aber nur sehr selten Anwendung finden kann.

Einen Sonderfall bildet derjenige, wo der Austritt von Kanalwassern ins Meer oder in den Unterlauf von Strömen stattfindet, in welchen Wechsel von Ebbe und Flut herrschen, wenn die Küste sehr flach liegt. Hier kann der Austritt der Kanalwasser nur während beschränkter Zeiträume stattfinden, die zwischen zwei Zeitpunkten liegen, von denen einer vor, der andere hinter den Eintritt des Ebbespiegels fällt. Jener Zeitraum kann je nach der Höhenlage der Kanäle zum Ebbespiegel $^1/_5$ und noch weniger der ganzen Zeit betragen; es muß daher durch Anlage eines großen Bassins hinter dem Einfluß für vorläufige Aufnahme der in der übrigen Zeit zufließenden Kanalwasser gesorgt werden. Die großen offenen, mit Schmutzwassern immer mehr oder weniger hoch angefüllten Becken bilden aber ein gesundheitlich sehr ungünstiges Zubehör derartiger Anlagen. Um Sicherheit dafür zu haben, daß die Wasser derselben in kurzen Zeitabständen (nach je 12—24 Stunden) hinausgeschafft werden, ist es nötig, Einrichtungen für künstliche Hebung (Pumpen) zu schaffen, wenn die Gefahr besteht, daß infolge hoher Ebbestände

der selbstthätige Abfluß der Kanalwasser länger dauernde Unterbrechungen erfahren könnte.

Steuernagel, *Kanalisation der Stadt Cöln, Vierteljschr. f. ö. Gesdhtspfl.* (1892 u. 1893).
Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung*, 1890.
Hobrecht, *Die Kanalisation von Berlin*, 1884.
Hamburg und seine Bauten, 1890.
Frankfurt a/M. und seine Bauten, 1886.
Franzius u. Sonne, *Handb. der Ing.-Wissensch. 3. Bd.*; *Dtsch. Bauztg.* (1893) *und Gesundheitsingenieur* (1893).
Selbstthätige Auslafsschleuse in Salford, in The Engineer (1879).
Seeauslässe für Schwemmkanäle, im Scientific American (1881).
Düker durch die Alte Elbe für die Entwässerung der Stadt Magdeburg, Dtsch. Bauztg (1893).
Heberleitung zur Entwässerung der Sandinsel in Breslau, Dtsch. Bauztg. (1891).

4. Allgemeines über Pumpwerke für Abwasser.

Die Leistung, welche Pumpwerke für Abwasser zu entwickeln haben, würde eine in außergewöhnlichem Grade wechselnde sein müssen, wenn sie sich allen Schwankungen im Wasserzufluß anzubequemen hätte. Da sie sich sowohl einem hoch liegenden Maximum als einem tief liegenden Minimum anpassen müßte, fiele eine solche Anlage notwendig sehr verwickelt aus. Wie sogleich nachgewiesen werden soll, liegt diese Schwierigkeit aber in dem erwarteten Umfange nicht vor. Eine andere Besonderheit besitzt eine solche Pumpenanlage aber darin, daß das zu hebende Wasser meist stark verunreinigt ist.

a) Leistung des Pumpwerks.

Die Maximalleistung des Pumpwerks ist nicht schlechthin durch das Maximum des Wasserzuflusses, welches beim Pumpwerk an den Tagen der größten angenommenen Regenfälle stattfindet, bestimmt, indem dabei auch der Verdünnungszustand der Abwasser mitspricht. Aus Gründen, welche unter IV angeführt sind, hat das am Pumpwerk ankommende Wasser nicht den für den Eintritt der Wirksamkeit der Regenüberfälle festgesetzten Verdünnungszustand n, sondern einen geringeren, der mit m bezeichnet werden möge. Es ist deshalb zulässig, hier noch einen Teil von der Förderung durch die Pumpe auszuschließen und sich desselben durch einen — letzten — Regenüberfall — welcher besser als Notauslaß bezeichnet wird — zu entledigen. Entsprechend genügt eine Größe des Pumpwerks, bei der dasselbe imstande ist, nur das m-fache der maximalen Brauchwassermenge fortzuschaffen, wobei $m < n$ ist.

In einer Anzahl von Städten, welche Pumpwerke für Kanalwasser besitzen, wechselt der Quotient $m \left(= \frac{\text{Regenwassermenge}}{\text{Brauchwassermenge}}\right)$ zwischen 1,0 und 2,8; speziell beträgt derselbe (wie teils aus den S. 141 u. 146 mitgeteilten Tabellen hervorgeht) für:

Berlin	$\frac{1,35}{1,31}$ rd. 1,0
Königsberg i. P.	1,0
Breslau	$\frac{1,5}{0,54} = 2,80$
Stettin	$\frac{5,2}{2,8} = 1,85$

Danzig . . . $\frac{0{,}50}{0{,}56}$ bezw. $\frac{0{,}75}{0{,}83}$ rd. 0,9

Braunschweig (Proj.) $\frac{4{,}05}{1{,}8}$ bezw. $\frac{3{,}17}{1{,}41}$ = 2,25

Düsseldorf . . . . . . $\frac{1{,}67}{0{,}79}$ rd. 2,1

Magdeburg 2,0

Da sich für die Londoner Kanalisation m ähnlich zu 0,5 bezw. zu 1,4 berechnet, darf man, wenn die Zahl der Regenüberfälle eine größere ist, $m = 2$ für ausreichend halten, wonach die Maximalleistungsfähigkeit der Pumpe nur das Doppelte der maximalen Brauchwassermenge zu betragen braucht. Wo nur wenige Regenüberfälle vorkommen, kann man m etwas größer annehmen; doch wird die Notwendigkeit dazu leicht überschätzt.

Ein besonderer Fall liegt vor, wenn eine große Leistung der Pumpen im Interesse der Erhaltung der Vorflut in den Kanälen notwendig ist. Man wird dann aber die über das Normale hinausgehenden Wassermengen nicht zu den Rieselfeldern oder Kläranstalten schicken, sondern direkt an offene Recipienten übergeben.

Die Minimalleistung der Pumpe findet, wenn dieselbe ununterbrochen in Betrieb gehalten wird, während der Stunden kurz nach Mitternacht statt. Wenn durch Anlage von Bassins oder durch Anstauen des Wassers im unteren Teil der Kanäle für Aufspeicherung des geringen Zuflusses der Nachtzeit während einiger Stunden gesorgt ist, kann der Pumpenbetrieb während jener Stunden ruhen.

Wenn nicht durch die langen Wege in den Leitungen ein gewisser Ausgleich in der zeitlichen Verteilung des Zuflusses der Hauswassermengen sich ergäbe, würde der Minimalzufluß der Brauchwasser fast bis auf Null herabgehen können (vergl. unter III, 2). Welche Annäherung an Null man in Rechnung stellen will, ist Frage der Oertlichkeit. Jedenfalls muß das Pumpwerk für starke Abstufungen seiner Leistungsfähigkeit eingerichtet werden, am besten aber dem Mittelwerte derselben sich gut anpassen, weil dieser während der längsten Zeitdauer in Anspruch zu nehmen ist.

Der Motor, die Pumpen und die Kessel sind dazu in eine Anzahl von einander unabhängiger, für sich selbständiger Teile zu zerlegen, und unter den Kesseln müssen sich neben solchen, die für dauernden Betrieb am besten geeignet sind, auch solche befinden, welche für besondere Raschheit der Dampferzeugung eingerichtet sind, die erforderlich sein kann, wenn plötzlich hereinbrechende größere Regenfälle eine rasche Steigerung der Pumpenleistung fordern.

Noch rascher als die durch Dampf betriebenen Pumpen sind die durch Gaskraft-Maschinen betriebenen in Gang zu bringen.

Die Pumpwerke der Berliner Kanalisation fördern von der angenommenen größten Regenmenge (vergl. S. 141) $\frac{1}{17} = 6$ Proz., sodaß durch die Regenüberfälle 94 Proz. jener Menge abgeführt werden; ihre Beanspruchung durch große Regenfälle ist daher verhältnismäßig gering. Was die normale Leistung betrifft, so haben diese Pumpwerke von 9 Berliner Radialsystemen im Jahre 1892/93 durchschnittlich 108 l Wasser pro Tag und Kopf der angeschlossenen Bevölkerung auf die Rieselfelder befördert;

ähnlich so auch in den vorhergehenden Jahren. Die von den städtischen Wasserwerken gelieferte Wassermenge betrug nur 67,13 l; das Mehr der Kanalwasser = 40,87 l ist teils Regenwasser, teils für gewerbliche und häusliche Zwecke gefördertes Brunnen- und Flußwasser, teils der Anteil, den die Kanalwasser an Küchenresten und Klosettstoffen enthalten. Eine den Anteil der außerdem geförderten Regenwasser angebende genaue Zahl läßt sich aus den obigen Zahlen mangels sicherer Unterlagen nicht gewinnen.

Das von den Pumpen zu fördernde Wasser ist stark mit Sinkstoffen beladen; es muß daher, wenn Fortführung desselben in geschlossenen Rohren u. s w. stattfindet, eine ziemlich bedeutende Geschwindigkeit haben, damit sich nicht Ablagerungen der Schwebestoffe ergeben. Bei den Pumpwerken der Berliner Kanalisation beträgt die rechnungsmäßige größte Geschwindigkeit des Wassers in den Druckrohren 1 m. Dieselbe ist nach den bisherigen Erfahrungen ausreichend, um Ablagerungen zu verhindern.

Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auf die Dauer die Rohrwandungen sich stellenweise mit Inkrustationen bedecken und — infolge der Querschnittsverengung — alsdann größere Geschwindigkeiten als die ursprünglich vorausgesetzten stattfinden müssen. Diese Möglichkeit giebt Anlaß dazu, statt der zur Ueberwindung der Reibung bei reiner Rohrwand genügenden Druckhöhe eine größere zu Grunde zu legen. Wie weit darin zu gehen sei, ist bisher wohl nicht ausreichend sicher festgestellt.

Dem Wechsel, der in der Zuflußmenge zu den Pumpen stattfindet, gesellen sich gewöhnlich Wechsel in der Förderhöhe der Pumpen hinzu, die so beschaffen sein können, daß damit sowohl eine Vergrößerung als auch eine Verminderung der Pumpenleistung verbunden ist. Die Rücksichten, welche bei der Größe des Pumpwerks auf derlei Umstände zu nehmen sind, hängen durchaus von der Beschaffenheit des einzelnen Falles ab.

b) Besonderheiten der Pumpwerke mit Bezug auf die Wasserbeschaffenheit.

In den Besonderheiten der Pumpenkonstruktion ist der Verunreinigung des Wassers mit Schwebestoffen Rechnung zu tragen. Die Verunreinigung nötigt dazu, von Mechanismen, welche durch Reibung stark angegriffen werden, abzusehen; es gilt dies speziell für die Ventile und Kolben der Pumpen. Da die Centrifugalpumpen ohne Ventile sind, hat man mehrfach solche für Kanalwasserförderung angewendet (Berlin, Breslau, Frankfurt a. M., Hamburg, London u. a.), doch vielleicht ebenso oft gewöhnliche Heber- und Kolbenpumpen mit Ventilen. Zu Gunsten letzterer spricht der Umstand, daß ihre Leistung sich vorkommenden Wechseln besser anpaßt als die von Centrifugalpumpen, welche unvorteilhaft arbeiten, sobald die Zahl der Umdrehungen pro Zeiteinheit eine gewisse Grenze unterschreitet. Auch darf bei den Centrifugalpumpen die Saughöhe nicht so groß sein, als bei Kolbenpumpen, weshalb sie eventuell tief aufzustellen sind. Letzteres kann die Gefahr gelegentlicher Ueberschwemmung der Pumpe mit sich bringen. Ein Vorzug, den die Centrifugalpumpe immer für sich hat, ist ihr geringer Raumbedarf, auch kann bei

derselben der Motor und die Transmission zuweilen sehr einfach ausfallen.

Neben den eigentlichen verunreinigenden Stoffen kommen in dem dem Pumpwerk zufließenden Wasser auch grobe Beimengungen, wie Holzsplitter, Zeug- und Wäschereste, Papierfetzen, Stroh, Haare u. s. w. vor. Da das Hineingeraten solcher Gegenstände in die Pumpen deren Thätigkeit unterbrechen, namentlich die Ventile außer Funktion setzen könnte, müssen zwischen der unteren Kanalendigung und dem Pumpwerk Vorrichtungen angebracht werden, dieselben zurückzuhalten, bezw. aus dem Wasser zu entfernen. Dazu dienen Siebe oder Gitter, deren freier Durchflußquerschnitt mindestens die Größe des wassergefüllten Kanalprofils an seiner Ausmündung haben muß, damit nicht Aufstau vor demselben stattfinden kann.

Bei der Berliner Kanalisation führt die hier fragliche Vorrichtung den uneigentlichen Namen Sandfang; sie besteht aus einem kreisförmigen Bassin von großem Durchmesser (bei der Pumpe des Radialsystems III speziell von 12 m Durchmesser), in dessen Mitte ein hohler Mauerpfeiler von 3,2 m Durchmesser für den Zweck der Abstützung des etwa senkrecht stehenden Gitters angeordnet ist. Das Gitter ist zu jeder Seite des Pfeilers in 4 aufziehbare Tafeln zerlegt, die Spaltweite desselben beträgt 15 mm. Aus der Spaltweite und der Höhe des Wasserstandes im Sandfang ist der Durchmesser desselben so bestimmt, daß die Geschwindigkeit des Wassers im Kanal und im Gitter des Sandfanges gleich sind. Für die Sandablagerung wird die Bedeutung dieser Sandfänge daher nur unwesentlich sein. Das schadet aber im vorliegenden Falle nicht, aus dem Grunde, daß aus den Kanälen selbst große Sandmengen in ständigem Betriebe entfernt werden.

Sollten Sandfänge dieser besondern Form in Zurückhaltung von Sand einiges leisten, so würden sie wesentlich größer sein müssen, um die Wassergeschwindigkeit entsprechend zu ermäßigen (vergl. betr. Angaben unter VII und VIII).

Vermehrte Wirksamkeit würde ein Sandfang anderer Form besitzen, der aus ein paar hintereinander folgenden Kammern besteht, in welchen das Wasser die Teilwände abwechselnd oben und unten passiert, sodaß es gezwungen ist, nacheinander auf- und absteigende Bewegungen bei geringer Geschwindigkeit auszuführen. Ein derartig eingerichteter Sandfang erfordert aber tiefe Lage, und seine Verwendung stößt auch dadurch auf Schwierigkeiten, daß die Spiegelhöhe des Wassers im Sandfang zu stark wechselt.

Beide Einwände kommen bei dem nach der schematischen Skizze Fig. 47 angeordneten Kammern-Sandfang in Fortfall. Das Kanalwasser tritt in eine gegen die Kanalöffnung verschobene Kammer I, von dieser in eine Kammer II, welche wiederum gegen I verschoben ist, und hiernach in den eigentlichen Pumpensumpf III. Zwischen I und II, sowie zwischen II und III sind Auffangsiebe (Gitter) angebracht, und die Sohlen in den Kammern I und II fallen

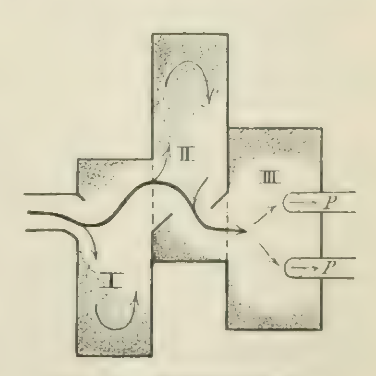


Fig. 47. Kammersandfang.

nach den äußeren Enden hin stark ab; außerdem tritt eine Profilerweiterung dadurch ein, daß die Sohle der Kammer I auch vor dem Kanal um ein Stück tiefer gelegt wird als die Kanalsohle, sodaß die Geschwindigkeit des zufließenden Wassers ermäßigt und der zu Boden gefallene Sand auf der Neigung abwärts und der stärkeren Strömung entgegengeführt wird.

Mit jedem Sandfang (der gleichzeitig auch als Pumpensumpf dient) muß ein erst hinter dem Gitter abzweigender Notauslaß verbunden werden, welcher den Wasserspiegel im Pumpensumpf regelt, und so zur Regelung der Leistung des Pumpwerks beiträgt.

Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung*, 1880.
Hobrecht, *Die Kanalisation von Berlin* 1884. *Dtsch. Bauztg.* (*Breslauer Heber*) 1893 *S.* 505.
Hamburg und seine Bauten, 1890.
Frankfurt a/M. und seine Bauten, 1886.
Köln und seine Bauten, 1892.
Franzius *u.* **Sonne**, *Handb. der Ing.-Wissensch.* 3. *Bd.*
Vierteljschr. f. ö. Gesdhtspfl. (1892).

XVI. Hausentwässerung.

1. Zahl und Lage der Hausanschlüsse.

Insofern als häufige Verbindungen des Kanalinnern mit der Atmosphäre für den Luftwechsel in den Kanälen günstig sind, und als Hausanschlußleitungen dem Luftzwecke um so besser dienen, als sie mittels der Fallrohre meist zu größerer Höhe in die Atmosphäre hineinreichen, würde es als erwünscht anzusehen sein, die Zahl der Hausanschlüsse möglichst zu vergrößern, d. h. den einzelnen Grundstücken in der Zahl der Anschlüsse keine Beschränkungen aufzuerlegen. Da aber jede Oeffnung in der Kanalwand auch eine Unterbrechung in der Regelmäßigkeit des Abflusses, dazu einen konstruktiv schwachen Punkt der Leitung bildet, wird man veranlaßt sein, dem einzelnen Grundstück nur ausnahmsweise mehr als einen Anschluß an den Straßenkanal zu gestatten. Doch besteht immerhin ein Unterschied danach, ob der Anschluß sogleich beim Bau der Kanäle oder erst später nach deren Vollendung hergestellt wird. Findet ersteres statt, so ist gegen Gestattung mehrerer Anschlüsse für ein und dasselbe Grundstück nur wenig einzuwenden; diese Erlaubnis wird aber im anderen Falle bedenklich, weil dann leicht Beschädigungen der Straßenleitung stattfinden, besonders wenn diese aus einem Rohrkanal besteht.

Von einem anderen Gesichtspunkt aus hat die Höhenlage der Anschlußstelle der Hausleitung an den Straßenkanal Bedeutung. Liegen die Anschlüsse im Scheitel des Kanals, so werden sie vom Wasser selten erreicht, daher also für den Luftwechsel beständig offen sein; auch wird dabei die relative Lage zu dem Luftinhalt des Kanals die günstigste. Da die Lage der Anschlüsse in Sohlenhöhe des Straßenkanals im allgemeinen unzweckmäßig (vergl. unter VII) ist, wird gewöhnlich ein zwischen Sohle und Scheitel liegender Höhenpunkt den Vorzug verdienen. Ueber die zweckmäßigste Lage kann nur im Einzelfall entschieden werden; in der

Praxis sieht man bei gemauertem Straßenkanal meist die Kämpferhöhe gewählt; eine ähnliche Höhenlage findet gewöhnlich aber auch bei Rohrkanälen statt. Die Unterschiede, welche man antrifft, beruhen aber nur zuweilen in Rücksichten auf Heranziehung der Anschlußleitungen für den Zweck der Kanallüftung; öfter entscheiden darüber rein nebensächliche Umstände. Bei tiefer Lage der Anschlußstelle werden fast bei jedem Regenfall Teile der anschließenden Hausableitung in Rückstau versetzt, ein Uebelstand, den man in demselben Maße vermindert, als man die Anschlußstelle höher rückt.

2. Benutzung der Hausanschlüsse für den Zweck der Kanallüftung.

Sehr häufig werden für den Zweck der Kanallüftung die Regenrohre der Häuser benutzt. Die Lüftung der Kanäle mittels der Regenrohre ist aber aus mehreren Gründen mangelhaft:

a) weil ein ausgesprochener Temperaturunterschied zwischen der Außenluft und der Luft im Regenrohr nur selten, namentlich dann nicht besteht, wenn, wie es bei Abfallrohren aus Zinkblech der Fall ist, die einzelnen Rohrschüsse lose ineinander gesteckt sind, die Leitung also nicht dicht ist. (Vergl. hierzu den rechnerischen Nachweis S. 236).

b) weil sowohl die undichten, als die nicht über Traufenhöhe des Daches hinaus verlängerten Regenrohre Kanalgase in die Nähe von Fenstern und Thüren, an denen sie vorbeipassieren, führen können.

c) weil die Regenrohre zu Zeiten des Wechsels von Frost- und Thauwetter leicht zufrieren.

Die Temperatur im Regenrohr läßt sich immerwährend dadurch etwas höher als die der Außenluft halten, daß man das Rohr an die Innenseite der Frontwand des Hauses legt. Das Mittel wird aber wegen Geräuschbildung und der Möglichkeit gelegentlicher Wasserschäden im Hause, endlich weil die Lage des Rohres unter Putz, Anstrichen oder Tapeten fast unvermeidlich öftere Schäden an den letzteren mit sich bringt, nur selten angewendet.

Ob der Umstand, daß zu Zeiten von Regenfällen die Regenrohre nicht offen für die Luftbewegung sind, dem Lüftungszweck günstig oder ungünstig ist, kann nicht allgemein entschieden werden. Zwar wird ein Teil des Querschnitts des Rohres durch das herabfallende Wasser gesperrt, dadurch auch die Temperatur im Rohr so weit herabgesetzt, daß der auf Temperaturunterschied beruhende Teil des Luftantriebes wohl ganz aufhört. Der für Regenwasser in Anspruch genommene Querschnittsteil ist aber immer nur gering; es kommen größere Regenfälle auch nicht gerade häufig vor und andererseits wird beim Herabstürzen von Regenwasser auch frische Luft in die Kanäle von oben mit hinabgerissen (S. 238). Es ist allerdings möglich, daß dazu während der Dauer des Regenfalls kein Bedürfnis besteht.

Durch den gesonderten Anschluß der Regenrohre an den Straßenkanal wird der Vorteil preisgegeben, wenigstens ein Stück des Hausanschlusses gelegentlich gründlich zu spülen; auch erhöht dieser Verzicht die Anlagekosten. Derselbe bringt aber andererseits den Vorteil mit sich, daß die Gefahr von Kellerüberschwemmungen bei starken Regenfällen sehr herabgesetzt wird.

Die erwähnten Mängel in der Benutzung der Regenrohre für

den Lüftungszweck haben zuweilen dazu geführt, auf dieselben zu verzichten und für die Lüftung der Straßenkanäle ein besonderes Rohr anzulegen, entweder außen an der Hausfront oder im Innern des Hauses. Alsdann gestaltet sich die Anlage nach einer der beiden Varianten Fig. 48 und 49, in welchen beiden das Lüftungsrohr (unter Nutzbarmachung des Regenrohrs zur Spülung) gleichzeitig Fallrohr für die Brauchwasser ist, für den Fall, daß dasselbe im Innern des Hauses liegt. Diese Einrichtung, welche häufiger vorkommt als diejenige mit Lage des Lüftungsrohres an der Außenseite des Hauses (bei der dann ein besonderes Fallrohr notwendig wird), ist bei geringer Straßenbreite empfehlenswert, weil bei dieser die Wirksamkeit der Einsteigeschächte beschränkt ist.

In den Konstruktionen Fig. 48 und 49 ist — notwendigerweise — unmittelbare Verbindung des Fallrohrs mit dem Straßenkanal — ohne Dazwischenkunft eines in der (horizontalen) Anschlußleitung angeordneten Wasserschlusses — vorausgesetzt. Diese Verbindungsweise besitzt neben ihrem Nutzen das Bedenken des Aussaugens der Wasserschlüsse. Hierüber ist unter Bezugnahme auf X. 8 noch folgendes hinzuzufügen.

Renk hat außer dem auf S. 212 angegebenen Mittel ferner weit vorgeschlagen, das Fallrohr unterhalb des vom Syphon kommenden Stutzens zu zerschneiden und die beiden Enden — nebeneinander versetzt — in einem geschlossenen Gefäß endigen zu lassen, das zum Teil mit einer nicht leicht verdunstenden Flüssigkeit gefüllt ist. Das Mittel scheint sicher, die Anbringung des weiten Gefäßes wird aber oft sehr unbequem sein.

Außerdem ist das in den Fig. 48 und 49 angedeutete Mittel, welches in Fig. 50 näher dargestellt ist, vorgeschlagen worden. Wenn in dem Höhenteil A B des Fallrohrs Luftverdünnung entsteht, soll dadurch aus dem darüber liegenden Teile durch den Verbindungsstutzen S Luft in den Siphon übertreten und dadurch das Gleichgewicht zwischen den beiderseitigen ungleichen Luftdrücken auf die Wasserspiegel wiederhergestellt werden, bevor der Wasserabfluß aus dem Siphon beginnt oder zu weit vorgeschritten ist.

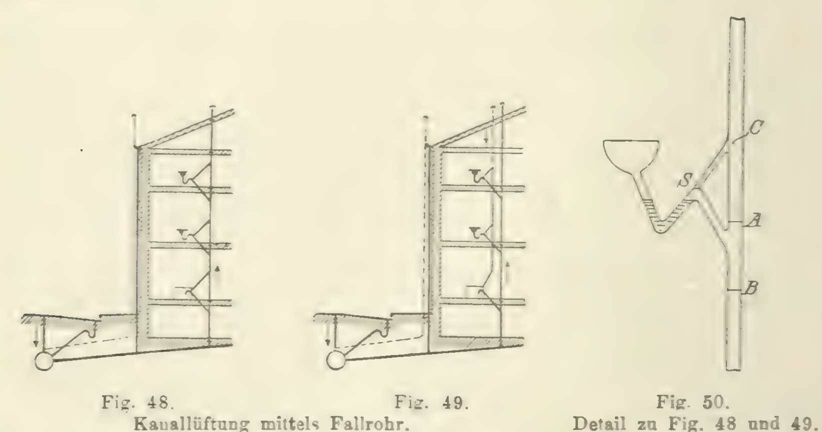


Fig. 48. Fig. 49. Kanallüftung mittels Fallrohr.

Fig. 50. Detail zu Fig. 48 und 49.

Die Wirkung des Mittels ist nicht zweifelsfrei, da keine ausreichende Sicherheit dafür besteht, daß in dem Höhenteil bei C des Fallrohrs der normale Luftdruck sich frühzeitig genug wieder einstellt. Es

kann ferner auch der Fall eintreten, daß durch das Verbindungsrohr S gepreßte Luft von rückwärts Zutritt zum Wasserschluß erlangt und das Wasser zum Ausgußbecken hinausschleudert. Diese Gefahr dürfte aber in dem Maße geringer werden, als das Verbindungsrohr höher hinaufgeführt wird. Letzterer Grund ist es gewesen, der die Konstruktion nach Fig. 49 hervorgerufen hat, bei welcher für die Luftzuführung ein zweites besonderes Rohr verwendet ist.

Gegen die Konstruktion Fig. 48, bei der das Fallrohr gleichzeitig Luftzuführungsrohr ist, ist der Einwand erhoben worden, daß dabei die Wasserschlüsse einer besonders starken Verdunstung unterworfen seien, ein Einwand, der nach dem, was S. 238 über die Ventilationswirkung herabstürzender Wassermengen angeführt worden ist, wohl als berechtigt erscheint. —

Wird die unmittelbare Verbindung zwischen Fallrohr und Straßenkanal durch Einschaltung eines Wasserschlusses in die Abflußleitung aufgehoben, so bezeichnet man diesen Wasserschluß als „unterbrechenden“. Der unterbrechende Wasserschluß liegt entweder an der Frontwand — oder da, wo das Haus nicht unmittelbar an der Straßengrenze steht — zwischen diesem und der Straßengrenze, endlich in dem Falle, daß die Abflußleitung das Haus umzieht, auch wohl hinter demselben. Den unterbrechenden Wasserschluß im Hause selbst anzulegen, wird man gern vermeiden, um Unsauberkeiten und üblen Gerüchen bei Reinigungen zu entgehen.

Muß der unterbrechende Wasserschluß seinen Platz notwendig im Hause erhalten, so entsteht eine Anordnung wie in Fig. 51, mit welcher der Nachteil verbunden ist, daß für die Hausrohrlüftung die Mitwirkung der Einsteigeschächte und für die Lüftung des Straßenkanals die Mitwirkung des Abfallrohrs verloren geht. Letzterer Mangel ist durch Benutzung des Regenrohrs zur Lüftung in der Weise, wie weiterhin in Fig. 55 angegeben, nicht ausgleichbar.

Wird, aus Furcht vor Kanalgasen, auch in das Regenrohr ein unterbrechender Wasserschluß eingelegt — eine kaum zu rechtfertigende, aber vorkommende Einrichtung — und wird für die Lüftung des Fallrohrs durch Hinzufügung eines zweiten Rohrs im Hause gesorgt, so entsteht eine Anlage wie in Fig. 52, bei der das zweite Rohr als Luftzubringer gedacht ist. Anstatt des senkrechten Rohrs, wie es in dieser Konstruktion angewendet ist, kann aber auch ein kurzes, schräges Rohr genügen, wenn nur für dasselbe der Raum zwischen Front und Straßengrenze, bezw. auch neben und hinter dem Hause vorhanden ist. Beim Herabstürzen von Wasser im Fallrohr werden die in Fig. 52 angegebenen Richtungen der Luftströmungen sich umkehren, was lästig sein kann. Eine gewisse Abhilfe ist dadurch möglich, daß der Punkt Z vom Hause etwas abgerückt wird. Die Punkte x und y dürfen nicht zu nahe aneinander liegen, weil erst bei weitem Abstande ein ausgesprochener Höhenunterschied zwischen beiden, der die Luftbewegung begünstigt, besteht.

Eine Modifikation, die mit Kostenersparnis bei gleicher Leistungsfähigkeit erzielbar und dann anwendbar ist, wenn der unterbrechende Wasserschluß außerhalb des Hauses angelegt wird, zeigt Fig. 53. Hier vertritt das für die Kanallüftung nutzlose Regenrohr das Luftzuführungsrohr; in Zeiten, wo dieses nicht funktioniert, kann für dasselbe das schräge Rohr $z\ x$ eintreten.

Hat der unterbrechende Wasserschluß die Lage unter oder nahe

hinter der Frontwand, so kann das Luftzuführungsrohr r, Fig. 54, unmittelbar an die Innenseite desselben gebracht werden. Ob aber dabei das Rohr regelmäßig der Luftzuführung oder abwechselnd der Luftzu- oder -Abführung dient, hängt besonders von den Verhältnissen der Temperaturen, die in diesem und im Fallrohr bestehen, und von der zeitweisen Thätigkeit des Fallrohrs ab. Wahrscheinlich wird im Rohr r ziemlich oft, wenn auch nur für kurze Zeit, ein auf steigender Luftstrom entstehen.

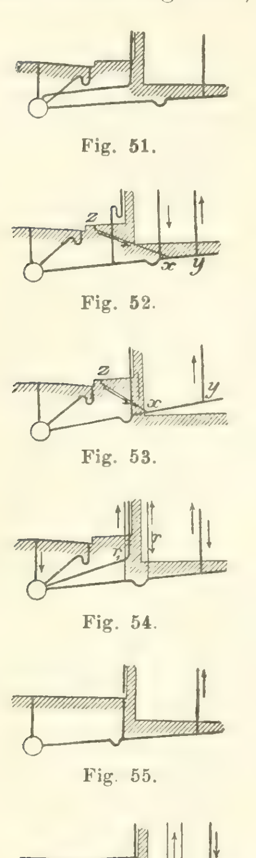


Fig. 57.
Lüftung der Kanäle durch Fallrohr, Regenrohr und besondere Rohre mit und ohne unterbrechenden Wasserschlufs.

Fügt man außen an der Front ein zweites Rohr r_1 hinzu, so hat man zwei gesonderte Lüftungssysteme, eines für den Straßenkanal, ein zweites für das Fallrohr. Auf die Mitwirkung des Regenrohrs ist dabei verzichtet; die etwas kostspielige Einrichtung besitzt aber den Vorzug, daß eine Zerstörung des unterbrechenden Wasserschlusses so gut wie ausgeschlossen ist.

Für die Abwehr der Folgen eines solchen Ereignisses, nämlich den wahrscheinlichen Eintritt von Kanalgasen in die Hausrohre, bedarf es aber der Anwendung eines so kostspieligen Mittels dann nicht, wenn der unterbrechende Wasserschluß nahe an die Vorderwand oder vor dieselbe gerückt werden kann. Es wird nach Fig. 55 das Rohr r kurz über Straßenhöhe unterbrochen, in der Erde aber als Rohr (oder auch Schacht) fortgesetzt. Im Fall der Zerstörung des unterbrechenden Wasserschlusses darf man darauf rechnen, daß die Kanalgase nicht den — längeren — Weg in das Fallrohr hinein, sondern den kurzen zur Straßenoberfläche hierauf einschlagen werden.

Bei übertriebener Furcht vor Kanalgasen, wie sie zuweilen besteht, begnügt man sich nicht mit dem einfachen unterbrechenden Wasserschluß, sondern legt deren zwei unmittelbar hintereinander an. Der unterbrechende Doppel-Wasserschluß kann dann sowohl außerhalb als innerhalb des Hauses liegen, Fig. 56 und 57. Wird zwischen beiden Schlüssen eine Verbindung mit der freien Atmosphäre hergestellt, sei es durch ein zu größerer Höhe oder nur bis Terrainoberfläche geführtes Rohr, so bleibt bei etwaiger Zerstörung des dem Straßenkanal zunächst liegenden (vorderen) Wasserschlusses der hintere noch erhalten. Wird aber auch hinter dem zweiten Schluß ein ebensolches Rohr aufgesetzt, so bestehen nach stattgefundener Zerstörung des vorderen Wasserschlusses zwei Ventilationssysteme des Kanals und bezw. des Hausrohres. Bei Lage der beiden Schlüsse außerhalb des Hauses kann man die Verbindung mit der Atmo-

sphäre als Schacht ausbilden, mit Gitter abdecken und alsdann auch gleichzeitig zum Einlaß von Regenwasser benutzen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, daß die Lüftungseinrichtungen sowohl des Straßenkanals als der Hausrohre sehr verwickelt und kostspielig ausfallen, sobald man die Luftverbindung beider durch Einschaltung eines Wasserschlusses unterbricht; es ist mindestens unwahrscheinlich, daß die verwickeltere Anlage den Zweck besser erfüllt als die einfache. Meist wird die Leistung geringer sein, aus dem Grunde, daß zwei innerhalb der Hausmauern liegende Rohre als ein System gedacht, wenn nicht künstliche Einrichtungen getroffen werden, für den Luftantrieb weniger leisten, als das aus nur einem Hausrohr und einem Einsteigeschacht bestehende System, da bei den beiden Hausrohren für die Lüftung der häuslichen Leitung die Barometerdruckverschiedenheiten und die Wasserströmung im Kanal in Wegfall kommen und die Wirkung der Temperaturverschiedenheiten im allgemeinen herabgesetzt wird; für die Lüftung des Straßenkanals wird auf die Wirkung der Barometerdruck- und Temperaturverschiedenheiten verzichtet (vgl. S. 236). Da somit beide betroffenen Teile leiden, ohne daß über den Nutzen der Trennung (d. h. die Abhaltung der Kanalgase vom Hause) volle Gewißheit besteht, überhaupt nur eine größere Reinheit der Luft der Hausrohre erlangt wird als diejenige ist, welche ohne den Wasserschluß erzielt werden kann, so folgt, daß die Verwendung unterbrechender Wasserschlüsse gewöhnlich eine Maßregel von zweifelhaftem Werte ist, häufig sogar schädlich wirken wird. Dies gilt noch ohne Rücksicht auf Kostenvermehrung.

Danach läßt sich rationellerweise nur der Standpunkt vertreten: Keine unterbrechenden Wasserschlüsse; und es besitzt dieser Standpunkt in dem Falle noch eine höhere Bedeutung, daß für ein Grundstück nicht nur eine, sondern mehrere Anschlußleitungen angelegt werden. Hausrohre und Kanäle müssen sich zu einem an beiden Enden offenen Lüftungssystem zusammensetzen, und es ist der Schutz vor Eindringen von Kanalgasen in die Räume der angeschlossenen Häuser — außer durch besondere Sorgfalt in Bezug auf die Zweckmäßigkeit, besonders Dichtigkeit der ganzen Leitung — durch Anbringen von Wasserschlüssen an allen Stelle, wo Rohre mit Räumen in Verbindung treten, zu beschaffen. Die vielfach üblichen Wasserschlüsse sind allerdings zum Teil für ihren Zweck unzulänglich. Darüber und über Verbesserungen bezw. Schutzvorkehrungen ist unter X, 8 das Notwendige bemerkt. Ein Grund von gewisser Bedeutung der für unterbrechende Wasserschlüsse spricht ist der Nutzen, den dieselben in dem Falle gewähren, daß die häuslichen Leitungen infolge schlechter Arbeit undicht sind. Vermindert ist die Bedenklichkeit der unterbrechenden Wasserschlüsse in etwas, wenn mit derselben Lufteinlässe für die anschließenden Rohrleitungen unmittelbar verbunden sind; vergl. hierzu auch S. 217.

Hausentwässerungsanlagen, in denen zwar sämtliche Verbindungsstellen der Hausrohre mit den Räumen durch Wasserschlüsse gedeckt sind, die auch nach ihrer konstruktiven Ausführung als gute gelten können, deren obere Enden aber — aus Furcht vor dem Eindringen von Kanalgasen — geschlossen sind, müssen nach Obigem verworfen werden.

Bisher ist noch der Punkt *c* oben, die Frostgefahr der Regenrohre zur Winterszeit außer acht gelassen. Dieselbe ist erfahrungsmäßig keines-

wegs gering, und es bleiben auch beim Einfrieren eines Regenrohres die eintretenden Uebelstände nicht auf die Störung des Luftwechsels beschränkt, sondern es treten dabei oft auch Durchfeuchtungen der Gebäudemauern ein. Da aber die betr. Sicherheitsvorkehrungen dem Zwecke des vorliegenden Abschnitts fremd sind, kann auf den Gegenstand hier nicht weiter als bloß erwähnungsweise eingegangen werden.

3. Schutz gegen Kellerüberschwemmungen durch Rücktritt des Wassers aus dem Straßenkanal.

Vorkehrungen, welche hierher gehören (über deren Notwendigkeit unter III und VI zu vergleichen ist), werden passend im unmittelbaren Anschluß an die Lüftungseinrichtungen besprochen, weil auch sie für den Lüftungszweck insofern von Bedeutung sind, als sie die Anschlußleitungen der Grundstücke zu Zeiten von Hochwasserführung im Straßenkanal gänzlich sperren, auch sonst während derjenigen Zeiträume, wo das Hausabflußrohr kein Wasser führt, in der Regel die Verbindung zwischen dem Straßenkanal und dem häuslichen Fallrohr aufheben.

Selbstverständlich sollen Rückstauvorrichtungen nur da benutzt werden, wo die Möglichkeit, daß Rückstau in den Hausanschlüssen eintreten könnte, überhaupt vorliegt, also im allgemeinen nur in Stadtgegenden mit geringer Höhenlage. Man wendet dieselben aber auch in höheren Lagen dann an, wenn die Straßenkanäle wenig tief liegen oder sehr hohe Profile haben, oder wenn auch durch hohe Ansammlungen des Kanalwassers in Einsteigeschächten u. s. w. (etwa zu Spülzwecken) die Gefahr von Kellerüberschwemmungen herbeigeführt werden kann. Gewöhnlich werden Rückstauvorrichtungen da entbehrlich sein, wo der Abfluß aus den am höchsten liegenden Stellen des Hauses durch Becken (Ausgüsse) geschieht und nicht freier Abfluß von der Kellersohle erfolgt.

Von großer Bedeutung für die Zweckerfüllung dieser Vorrichtungen ist die Frage, ob sie zur Selbstthätigkeit, oder zur besonderen Bedienung eingerichtet werden sollen. Die Beantwortung hängt hauptsächlich davon ab, ob den Eigentümern der nötige Grad von Sorgfalt in der Bedienung zugetraut werden kann oder nicht, oder auch, ob die Gemeindeverwaltung in der Lage ist, die Bedienung zu übernehmen. Dies wird im allgemeinen nur dann der Fall sein, wenn die Zahl der mit solchen Einrichtungen versehenen Hausanschlüsse entweder sehr klein oder sehr groß ist. Doch wird im ersten Fall sowohl wie in jenem, wo eine weder kleine noch große Zahl von Rückstauvorrichtungen besteht, die Gemeinde die Handhabung der Verschlüsse wohl meist den Eigentümern überlassen, weil Anstellung und Kontrolle des betr. Personals kostspielig bezw. umständlich ist, es sich außerdem grundsätzlich nicht empfiehlt, den Eigentümern Pflichten abzunehmen, an deren Erfüllung sie selbst das größte Interesse besitzen. Wichtig bei der Entscheidung der Frage ist noch der Umstand, ob Kellerüberschwemmungen häufig oder nur selten in Sicht sind. Das Bequemste für die Gemeinden ist immer Selbstthätigkeit der Rückstauklappen, die von ihnen daher auch gewöhnlich vorgeschrieben oder zugelassen wird; sie sind dabei von Folgen mangelhafter Bedienung entlastet, sogar ohne der Einwohnerschaft Verpflichtungen aufzuerlegen, deren gewissenhafte Durchführung kaum erzwingbar ist.

Zum nicht selbstthätigen Sperren der Hausanschlüsse dienen gewöhnliche gußeiserne Schieber, zum selbstthätigen Schließen Kugelventile und Rückstauklappen, Fig. 58, Fig. 59.

Die stete Gangbarkeit der Kugelventile ist bei Durchfluß von Schmutzwassern wenig gesichert und außerdem ihre Anwendung mit einem Gefälleverlust verbunden.

Die Rückstauklappen besitzen anderweite Mängel. Sie dürfen, um selbst vor geringen Wasserströmungen zu öffnen, nur geringes Gewicht haben, müssen sich in dem Zapfen leicht drehen und haltbar besonders gegen ätzende Wirkungen der Schmutzwasser sein. Danach sind nur Klappen aus Bronzeblech oder schwimmende Hohlkörper gebrauchsfähig. Um steter Gangbarkeit einigermaßen sicher zu sein, sind öftere Revisionen der Klappe notwendig, die also so liegen muß, daß sie stets leicht zugänglich ist. Aber selbst bei sorgfältiger Ueber-

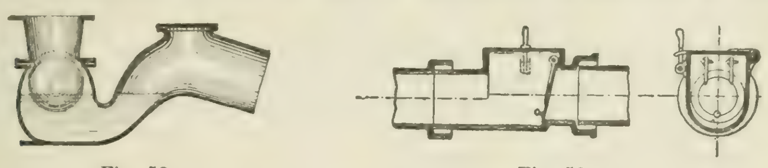


Fig. 58. Fig. 59.
Kugelventil (Fig. 58) und Rückstauklappe (Fig. 59) gegen Ueberschwemmungen.

wachung gewährt die selbstthätige Rückstauklappe vor gelegentlichen Kellerüberschwemmungen keine Sicherheit, da bei schwachem Abfluß im Rohre leicht einmal Papier- oder Zeugfetzen an der Klappe hängen bleiben und den Schluß derselben verhindern. Ein solcher Vorgang kann wie zu Kellerüberschwemmungen so auch zu Rohrverstopfungen Anlaß geben. Er ist bei kleinen Grundstücken mit geringem Wasserverbrauch viel mehr zu fürchten als bei großen mit stärkerer Wasserführung des Ablaufrohrs, weil bei jenen der Abfluß nur stoßweise in beschränkten Zeiträumen erfolgt und während des bei weitem größten Teils der Zeit ruht. Während also die Anwendung selbstthätiger Rückstauklappen immer eine zweischneidige Maßregel ist, wird sie für kleine Einzelhäuser bedenklich, in denen man daher besser von zu bedienenden Sperrvorrichtungen Gebrauch macht; dies gilt namentlich, wenn die Abflußleitung derselben einige Länge besitzt, also auch aus diesem Grunde sich schwer rein hält.

Eine weitere Ueberschwemmungsgefahr für die Keller ergiebt sich durch die selbstthätige Rückstauklappe in der Weise, als diese nur so lange schließen kann, als der Wasserdruck, der von der Kanalseite aus auf dieselbe stattfindet, größer ist als der von der Hausseite aus wirkende. Wenn aber der hohe Stand des Kanalwassers einige Zeit anhält, so kann es sich ereignen, daß in den Hausrohren ein so hoher Anstau des Wassers stattfindet, daß sein Spiegelstand denjenigen im Straßenkanal übersteigt. Ist dieser Zustand eingetreten, so wird die Rückstauklappe sich wieder öffnen und so viel Hauswasser entweichen lassen, bis der Unterschied in den Spiegelständen ausgeglichen ist. Nunmehr findet aber ein Schluß der Klappe nicht wieder statt; sie versagt den Dienst vermöge des Konstruktionsprinzips selbst, und so ergiebt sich ein Fall, der bei jeder längeren Regendauer eintreten kann.

Da bei hohem Aufstau des Hauswassers hinter der geschlossenen

Rückstauklappe das Abwasser einen Weg aus tief liegenden Ausgüssen findet, müssen die Ableitungen aller tief liegenden Ausgüsse mit einer besonderen Abflußvorrichtung (Schieber oder Hahn) ausgestattet werden. Die Gefahr hohen Aufstaues ist aber regelmäßig vorhanden, wenn die Regenrohre an das Ablaufrohr des Grundstücks hinter der Rückstauklappe angeschlossen sind, da diese den größten Beitrag zum Abfluß liefern. Es muß daher in betr. Fällen Regel sein, Regenrohre nicht hinter, sondern zwischen Straßenkanal und Rückstauklappe mit dem Ablaufrohr zusammenzuführen, event. Regenrohre direkt in die Straßenleitung einmünden zu lassen.

Zum Schutz bei weniger starken Regenfällen kann man ein Uebriges darin thun, daß man das Ablaufrohr durch Vergrößerung seiner Weite etwas aufnahmefähiger macht. Die Anwendung dieses Mittels wird aber nur bei dauernd großem Wasserabfluß aus dem Hause oder Bereitstehen großer Spülwassermengen rätlich sein (vergl. unter VIII).

Selbstthätige Rückstauklappen sind hiernach nur da wirksam, wo zum Zwecke der Spülung Wasser in den Einsteigeschächten aufgestaut wird. Sonst müssen tief liegende einzelne Räume durch der Regel nach geschlossen gehaltene Schieber vor der Ueberschwemmungsgefahr geschützt werden.

Die Schwierigkeiten, sich der Dach- und Hofwasser zu Zeiten großer Regenfälle ohne Gefahr von Kellerüberschwemmungen zu entledigen, bilden ein Moment, welches zuweilen dem Ansehen der Trennsysteme sehr zu statten gekommen ist; es hat auch zweifellos da eine besondere Bedeutung, wo vermöge niedriger Lage der Höfe zu den Straßen, oder wegen der Geschlossenheit der Bebauung der freie (direkte) Abfluß des Wassers zu den Straßen unmöglich ist. Wo letztere Möglichkeit besteht, wird man (aus der angegebenen Rücksicht) zweckmäßig das Dach- und Hofwasser durch offenen Ablauf der Straße zuweisen, wobei freilich die Spülwirkung, die dasselbe in der Hausleitung leisten kann, verloren geht. Ein vermittelndes Verfahren besteht darin, einen gewissen, genau begrenzten Teil des Dach- oder Hofwassers der Hausleitung und den nicht genau bestimmbaren anderen Teil direkt der Straße zuzuweisen. Ebenfalls mag man von einzelnen tiefliegenden Grundstücken die Hof- und Dachwasser in die Kanäle aufnehmen, während man dieselben von den hochliegenden Grundstücken frei auf die Straße abfließen läßt.

Zur noch besseren Verhütung von Kellerüberschwemmungen bei starken Regenfällen sind folgende Regeln zu beachten:

Einlässe für Regenwasser in Höfen sollen möglichst entfernt von Lichtschächten oder Lichtgräben der Kellerfenster angelegt werden. Die Einfassungen solcher Schächte oder Gräben müssen eine gegen die Hoffläche etwas erhöht liegende Abdeckung erhalten.

An Einlässe, die der Hofentwässerung dienen, dürfen Regenrohre nicht angeschlossen werden, weil jene leicht verstopft sein können und dann nicht ausreichende Vorflut gewähren.

Da diejenigen Stellen von Leitungen, an denen Entwässerungsrohre durch Mauern gehen, leicht schadhaft werden, so empfiehlt es sich, hier Eisenrohre zu benutzen, dabei aber keinen Rohrstoß in die Mauer fallen zu lassen. Die Durchgangsöffnung muß sorgfältig wieder geschlossen werden.

Auch Leitungsstrecken, die außerhalb des Gebäudes dicht an Keller-

mauern entlang führen, werden am besten aus Eisen hergestellt, weil sie bei der großen Wandelbarkeit des Bodens, die derselben unmittelbar hinter Mauern gewöhnlich besitzt, leicht der Gefahr von Brüchen unterworfen sind.

Ueberhaupt werden alle Rohrstrecken der Hausentwässerung, die bei stärkeren Regenfällen unter Rückstau (oder Aufstau) stehen, am besten aus Eisen hergestellt, weil die Dichtungen von Thonrohren Wasserdruck von mehr als etwa 2 m Höhe nicht immer gewachsen sind. —

Mit Rückstauklappen wird zuweilen mehr oder weniger unmittelbar ein unterbrechender Wasserschluß verbunden, der seine Stelle sowohl vor (zwischen Straßenkanal und Rückstauklappe) als auch hinter der letzteren erhalten kann. Solche Verbindung empfiehlt sich im allgemeinen nicht, weil der Wasserschluß dabei der Gefahr der Verschlammung in besonderem Grade unterworfen ist. Da diese Gefahr aber bei der Lage des Wasserschlusses hinter der Rückstauklappe die größere ist, zeitweilig entstandene Ablagerungen bei dieser Lage auch nur schwer wieder fortgeführt werden, so darf der, event. anzuordnende Wasserschluß seine Lage nur vor der Rückstauklappe erhalten.

Günstiger mit Bezug auf die Vermeidung von Verschlammungen wird die Einrichtung, wenn derselben ein Schlammfang hinzutritt. Fig. 60 zeigt die unmittelbare Verbindung einer Rückstauklappe mit einem Wasserschluß und einem Schlammfang. Soll der Schlammfang ausgeräumt werden, so wird der Deckel abgenommen und ein, ähnlich einem sogen. Vorreiber gestalteter Hebel *c* umgelegt, der infolge davon die Klappe schließt und fest auf ihren Sitz drückt.

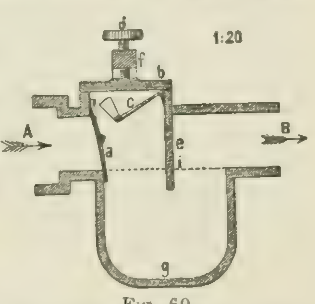


Fig. 60.
Verbindung von Rückstauklappe und Schlammfang (Breslau).

Rückstauklappe und Wasserschluß müssen stets zugänglich sein, sind also, wenn sie außerhalb des Hauses liegen, in einem Schacht unterzubringen. Wenn sie in Kellern untergebracht sind, wird man der Frostgefahr wegen eine äußere Umschließung anwenden. Die Zugänglichkeit der Leitung an dieser Stelle giebt Gelegenheit, sich leicht zu überzeugen, ob, wenn eine Störung im Betriebe einer Hausentwässerungsanlage eingetreten ist, das Hindernis vor oder hinter der Rückstauklappe liegt. Dieser Umstand wird von der Polizei (Gemeinde) zuweilen dazu benutzt, für die Lage der Rückstauklappe einen Maximalabstand hinter der straßenseitigen Grundstücksgrenze festzusetzen. Der Gedanke dabei ist der, durch die Rückstauklappe die Hausentwässerungsanlage in zwei Teile zu zerlegen und so die Verantwortlichkeiten des Eigentümers und der Gemeinde streng zu scheiden. Gemeinde und Polizei sind nicht in der Lage, für die stete Funktionsfähigkeit des hinteren, im Hause selbst liegenden Teiles der Entwässerung, weil derselbe jeglichem Mißbrauch offen steht, eine Verantwortung zu übernehmen, während denselben eine Verantwortung für das Straßenrohr und den anliegenden — im Straßengrunde u. s. w. liegenden — Teil der Hausentwässerung selbstverständlich zufallen muß.

Indem die selbstthätige Rückstauklappe, wenn sie gut funktioniert, immer geschlossen und nur geöffnet sein wird, wenn gerade eine gewisse, die Oeffnung erzwingende Wassermenge durchpassiert, bildet sie nur da kein dauerndes Hindernis für den Lüftungszweck des Straßenkanals und der Hausentwässerung, wo der Abfluß der Hauswasser beständig im Gange ist. Dies wird nicht oft der Fall sein, da selbst die Abflußleitungen großer Miethäuser für kurze Zeiträume während der Nacht kein Wasser abzuführen haben. Aus kleinen Häusern findet Abfluß nur stoßweise und in ganz kurzen Zeiträumen statt; hier wird daher die selbstthätige Rückstauklappe so gut wie dauernd geschlossen sein. Rückstauklappen sind daher da, wo auf den Luftwechsel Wert zu legen ist, zu vermeiden und wird auch von diesem Gesichtspunkte aus den in jedem Einzelfall besonders zu schließenden, für gewöhnlich offenstehenden Schiebern oder Ventilen der Vorzug zu geben sein. Ausnahmen gelten jedoch, wenn in anderer Weise für den Lüftungszweck vorgesorgt ist. Die Mittel dazu sind bereits oben vorgeführt: ein noch nicht erwähntes besteht darin, daß man für die Luft eine Umleitung in der Weise anlegt, daß ein besonderes Rohr vor der Rückstauklappe abzweigt und hinter derselben (in einer Höhenlage, bei der ein etwaiger Austritt von Rückstauwasser nicht zu fürchten ist) mit dem zu lüftenden Fallrohr verbunden wird.

In niedrig liegenden Stadtteilen mit zeitweilig hohen Ständen eines benachbarten Gewässers sind mehr wirksame, besonders mehr zuverlässige Schutzvorkehrungen gegen Rückstau als die einfache Rückstauklappe notwendig. In den tief liegenden Stadtteilen von Hamburg wird für die Kellerentwässerung ein besonderes Rohr, und zwar in höherer Lage als der Hauptanschluß an den Straßenkanal, gelegt; dasselbe mündet am unteren Ende in einen Schacht, von welchem aus ein kurzes Rohrstück, dessen Oeffnung mit einem Schieber verschließbar ist, die Verbindung mit dem Hauptanschluß herstellt (vergl. Fig. 73, S. 277).

4. Wasserklosetts*).

a) Allgemeine Charakterisierung.

Unter Wasserklosetts versteht man gemeinüblich nur diejenigen Einrichtungen zur Aufnahme und Abschwemmung der menschlichen Auswurfsstoffe, mit denen die Wasserzuleitung unmittelbar verbunden ist und bei denen ihre Anordnung den wesentlichsten Bestandteil der ganzen Anlage bildet; die Abschwemmung findet ohne Zwischenansammlung in eine Entwässerungsleitung hinein (Hausrohr) statt.

Bei den sogen. Spülabtritten erfolgt Abschwemmung der Fäkalien entweder überhaupt nicht, sondern dieselben müssen auf andere Weise (durch Abfuhr) entfernt werden. Oder auch, sie gelangen vorab in einen nahe dem sogen. „Sitz" befindlichen Behälter, aus dem sie in mehr oder weniger langen Zeitabschnitten abgeschwemmt werden. In den Spülabtritten dient also das Wasser nur dem Zweck der Verflüssigung (Verdünnung) der Auswurfsstoffe, der Sicherung eines gewissen — geringen — Sauberkeitsgrades und Minderung der Geruchsbelästigung, und es bildet bei ihnen die Art und Weise der

*) Ueber andere Klosetts vergl. S. 89 dieses Bandes.

Wasserzuführung einen sehr wechselnden, immer aber nur untergeordneten Bestandteil der ganzen Anlage. Als „Behälter" der Spülabtritte dienen entweder Gruben oder auch mehr oder weniger geschlossene Behälter, d. h. sowohl Tröge als fixe oder fahrbare Gefäße (Tonnen). Den Spülabtritten sind auch diejenigen Zimmerklosetts zuzurechnen, in denen zur Aufnahme der Fäkalien ein mit Wasser teilweise gefülltes Gefäß aufgestellt ist. Danach bilden Spülabtritte gewissermaßen die Vorstufe der Wasserklosetts.

Jede Wasserklosett-Konstruktion wird in erster Linie nach dem, was sie in Bezug auf Reinlichkeit (Reinhaltungsfähigkeit) leistet, zu beurteilen sein, in zweiter danach, daß sie zuverlässig im Gebrauch und nicht zu kostspielig ist. Als ein ungefährer Maßstab für die Reinlichkeit kann hier Geruchlosigkeit angesehen werden.

Gesundheitliche Nachteile können durch Wasserklosetts entstehen, indem Faecesteile in ihnen hängen bleiben oder verspritzen, oder auch durch die Verunreinigung des in der häuslichen Wasserleitung vorhandenen Wassers, wenn bei unmittelbarer Verbindung des Wasserklosetts mit der Wasserleitung die Möglichkeit besteht, daß Auswurfsstoffe (vielleicht nur in Gasform) Zutritt zu der letzteren gewinnen. Um diese Gefahr zu vermeiden, wird vielfach vorgeschrieben, daß Wasser zur Klosettspülung aus der Wasserleitung nur durch Vermittelung eines besonderen Reservoirs entnommen werden darf. Ob dieser speziellen Vorschrift ein zwingender Grund untergelegt werden kann, scheint nicht ausgemacht. Thatsächlich kommt die unmittelbare Verbindung wohl ebenso oft vor als die mittelbare, ohne daß bei jener üble Folgen bemerkbar geworden wären; selbstverständlich muß die Verbindungsweise entsprechend eingerichtet sein. Die unmittelbare Verbindung gewährt den großen Vorzug, daß der Ausfluß des Spülwassers unter dem vollen Druck der Wasserleitung stattfindet, daher wirksamer ist, als wenn das Wasser aus einem Zwischenreservoir, in dem ein Teil des Druckes verloren gegeben ist, ausfließt. Die mittelbare Spülung besitzt den unter Umständen vielleicht wichtigen Vorzug, daß die etwa notwendige Desinfektion der Fäkalien leicht und sicher ausführbar ist. Dem kommt hinzu, daß bei der mittelbaren Verbindung auch leicht eine Einrichtung getroffen werden kann, die den Verbrauch einer genau bestimmten Wassermenge zu jeder einzelnen Spülung sicherstellt, wodurch sowohl dem zu sparsamen als dem zu reichlichen Verbrauch von Wasser für diesen Zweck zu begegnen ist. Bei der unmittelbaren Spülung fallen solche Einrichtungen etwas verwickelt aus; es will aber beachtet sein, daß ein gewisses Plus im Wasserverbrauch gerade hier nicht unerwünscht, aber auch kaum zu fürchten ist, viel eher ein Minus.

Den notwendigen Wasserverbrauch für jede Benutzung des Wasserklosetts findet man meist zu 5—8 l angegeben, zuweilen zu 10 l. Nach Versuchen, die in London angestellt sind, sollen zur vollständigen Abführung der Fäces aus der Hausleitung, u. z. unmittelbar nach dem Zeitpunkt, wo jene aufgenommen wurden, nicht unter 13—14 l Wasser notwendig sein. Es ist jedoch nicht die Menge allein, die hier den Ausschlag giebt, da bei höherem Druck die kleinere Wassermenge eine ebenso gute Spülwirkung als die größere Menge ergeben kann.

b) Formen und Einrichtungen im weiteren Sinne.

Die Konstruktionen zeigen eine sehr große Mannigfaltigkeit. Vieles davon kommt bloß auf Verschiedenheiten des Aufstellungsorts zurück, anderes darauf, ob es sich um Wasserklosetts für öffentliche Benutzung oder für enge und engste Privatzwecke handelt. Die Bauweise öffentlicher Wasserklosetts muß notwendig eine viel robustere als die der Wasserklosetts in Privathäusern sein. Wasserklosetts, welche im Freien oder halb frei Aufstellung erhalten, bedürfen besonderer Einrichtungen zum Frostschutz.

Zu den inneren Teilen der Konstruktion (Sitze, Trichter, Becken, Traps u. s. w.) dienen sowohl emailliertes Eisen, als glasiertes Steingut und Fayence. Email löst sich in kleinen Stücken ab; die bloßgelegten Flächen rosten dann stark und halten üble Gerüche fest, indem an ihnen Faecesreste hängen bleiben, oder in die leicht entstehende Rostschicht tiefer eindringen. Glasiertes Steingut ist nicht sehr glattwandig, auch verhindert die dunkle Färbung der Glasur die gute Sichtbarkeit anhängender Verunreinigungen. Demnach ist meist hellfarbige Fayence das für den vorliegenden Zweck geeignetste Material.

Um die Gefahr des Hängenbleibens von Faecesteilen an der Trichterwand zu vermeiden, wird oft die Hinterseite desselben senkrecht gestaltet. Dem Reinlichkeitszweck im allgemeinen dient es, daß Außen- und Innenseite der Wasserklosetts dem Blicke möglichst offen liegen. Danach ist die äußere Umhüllung des Trichters, das sogen. Geschränk aus Holz, eine an sich unerwünschte Zuthat, in dem Maße unerwünschter, als dadurch die inneren Teile des Wasserklosetts mehr und mehr verdeckt werden, zumal in den Fugen und Hohlräumen sich leicht allerhand Ungeziefer, Schmutz und üble Gerüche sammeln können. Immer soll das Geschränk zur leichten Fortnahme und Wiederaufstellung eingerichtet sein. Grundsätzlich verdienen daher diejenigen Wasserklosett-Konstruktionen den Vorzug, bei denen der Gebrauch von Holz zum Sitz auf einen schmalen hölzernen Ring — der die Sitzplatte vertritt — beschränkt ist, und welche in dem Klosettraume allseitig frei aufgestellt sind. Das Holz zum Sitz und Geschränk erhält am besten helle Politur oder Firnistränkung. — Die Klosettzelle muß in allen drei Richtungen möglichst große Abmessungen erhalten, besonders aber durch direktes Tageslicht gut erleuchtet sein, sollte gewöhnlich auch Einrichtungen zur künstlichen Erleuchtung haben. — Zu empfehlen ist immer die Sonderung des Klosettraumes von dem Hausinnern durch Anlage eines nicht zu engen Vorraumes. Wo die Sonderung unthunlich, ist Wert darauf zu legen, wenigstens die Luftbewegung vom Klosettraum zum Hausinnern nicht zu begünstigen, vielmehr thunlichst die umgekehrte Luftrichtung zu schaffen. Die besten Dienste leistet eine stets offene Verbindung des Fallrohres und auch des Innenraumes vom Geschränk mit einem warmen Rohr; auch die Anbringung einer sogen. Lockflamme ist zu empfehlen. Die Klosettzelle muß noch besonders lüftungsfähig, jedenfalls das Fenster zum Oeffnen eingerichtet sein. — Die Lage der Zelle in unmittelbarer Nähe der Küche begünstigt das Hineinziehen von Klosettgerüchen in das Hausinnere.

Decke, Fußboden und Wände des Raumes sind hellfarbig, glatt

und wasserundurchlässig herzustellen, um Einsickern von Schmutzflüssigkeiten zu verhindern und auch jederzeit abwaschbar zu sein.

Der einfache Deckelverschluß des Sitzes leistet gegen das Aufsteigen übler Gerüche aus dem Fallrohr nur ungenügende, dagegen ein doppelter Verschluß, sorgfältige Ausführung vorausgesetzt, gute Dienste.

Der Schutz, welchen gegen Austreten übler Dünste in die Zelle eine Verlängerung des Fallrohrs zum Dache hinaus oder selbst der Anschluß dieser Verlängerung an ein warmes Rohr gewährt, kann niemals vollständig sein, weil üble Dünste nicht nur im Fallrohr, sondern auch in nicht völlig reinen Trichtern und im Siphon entstehen: man kann aber beide durch Anschluß an ein „warmes Rohr“ lüften.

c) Typische Formen im speziellen Sinne.

So vielfach die Wechsel in der äußeren Erscheinung der Wasserklosetts und in der Ausgestaltung der inneren Einzelheiten auch sind, so können doch alle vorkommenden Formen auf nicht mehr als drei Typen zurückgeführt werden.

Die erste Form ist diejenige des Trichterklosetts, Fig. 61, mit Siphon von 100 mm Weite am unteren Ende. Zur Spülung dient ein sogen. Selbstschlußhahn *c*, welcher durch einen Griff *d* geöffnet wird und das Wasser am oberen Umfange des Trichters so austreten läßt, daß die ganze Innenfläche desselben bespült wird: sogen. Rundspülung; dieser Typus wird in Berlin als Klosett „3. Klasse“ bezeichnet.

Wenn zwischen Trichter und Siphon ein längeres Rohrstück eingefügt wird, so entsteht das Klosett nach Fig. 62, welches in Berlin „Hofklosett“ heißt, weil es hier vielfach an Höfen zur Benutzung für die Dienstboten des Hauses u. s. w. aufgestellt wird; die tiefe Lage des Siphons gewährt Schutz gegen Einfrieren. Das im Spülrohr stehen gebliebene Wasser wird durch Selbstentleerung mittels eines kleinen Rohres nebst Hahn *R* entfernt. — Außer für angegebene Oertlichkeiten ist dies Klosett auch auf Bahnhöfen (z. B. der Berliner Stadtbahn) in Anwendung. Dort ist mit demselben eine Einrichtung zur Selbstspülung (nach Patent Goodson) verbunden, welche in Fig. 62 mit angedeutet, in Fig. 63 im größeren Maßstabe dargestellt ist.

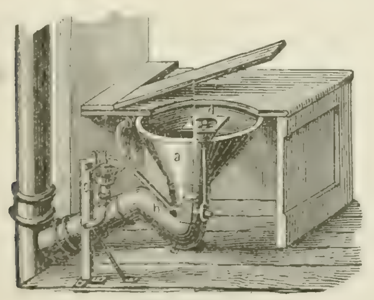


Fig. 61.
Trichterklosett.

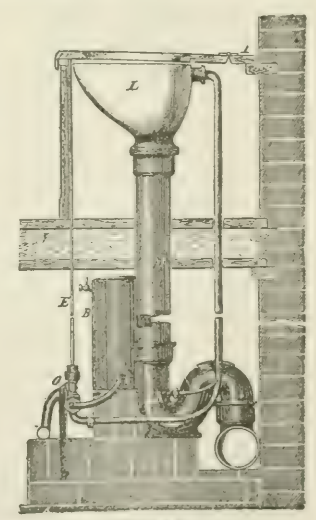


Fig. 62.
Hofklosett.

Das auf einen schmalen Ring reduzierte Sitzbrett steht mit einer Stange E in Verbindung, welche einen Kolben A und unter demselben ein Doppelventil trägt. Beim Niederdrücken des Sitzbrettes öffnet sich das obere (b) der beiden Ventile und läfst Wasser aus der Leitung durch das Rohr D in einen *Windkessel* übertreten. Wird der Sitz wieder entlastet, so schliefst sich vermöge des im Windkessel herrschenden Drucks das Ventil b, während das untere Ventil c öffnet und die im Windkessel befindliche Wassermenge durch das Rohr G in den Klosettrichter übertreten läfst. — Es ersieht sich, dafs der Spülapparat ebenso gut *neben* als *unter* dem Trichter angeordnet werden kann; die tiefe Lage gewährt aber den Vorteil, dafs dabei, um Raum für den Spülapparat zu schaffen, die Zelle nicht vergröfsert zu werden braucht.

Dem Trichter der dargestellten Form ist der Vorwurf gemacht worden, daß im unteren Teil desselben leicht Papierreste hängen bleiben, auch das im Siphon stehende Wasser oft noch schmutzig und dadurch gefährlich ist, und den Einblick in den Trichter unangenehm macht.

Um diese Mängel zu vermeiden, hat man Trichter mit „Zunge“ nach Fig. 64 angewendet. Es kann in dieser Aenderung eine Verbesserung jedoch kaum erblickt werden, weil nun der Winkel unter der Zunge ein versteckt liegender Sammelort für Schmutz u. s. w. wird. Es würde eine Verbesserung sein, durch eine von unten nach oben gerichtete (zweite) Zunge jenen Winkel abzusperren. Auf der Zunge liegen gebliebene Papierreste sind auch schwer fortspülbar.

Eine Einrichtung, die nur scheinbare Vorzüge vor dem Trichterklosett hat, besitzt der Typus Fig. 65, das *Beckenklosett* (auch Pancloset genannt). Hier ist zwischen Trichter und Abflußrohr ein

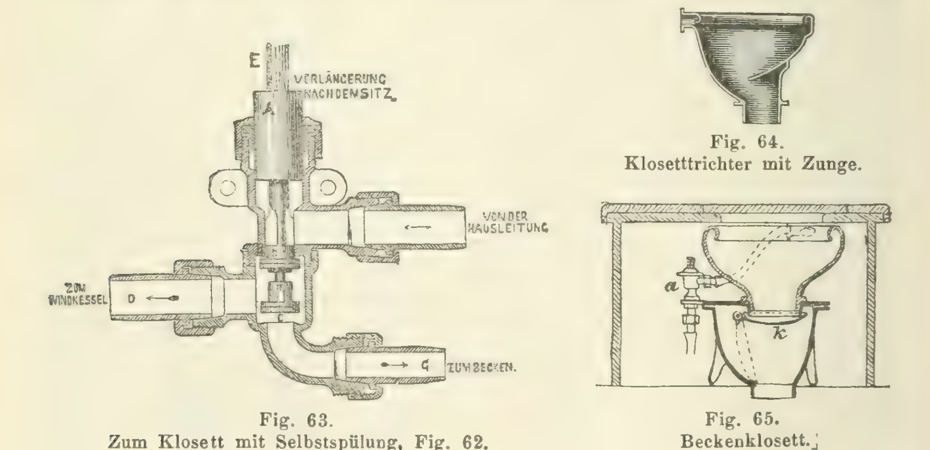


Fig. 63.
Zum Klosett mit Selbstspülung, Fig. 62.

Fig. 64.
Klosetttrichter mit Zunge.

Fig. 65.
Beckenklosett.

sogen. *Stinktopf* eingeschaltet und das untere Trichterende durch eine *Kippschale* K aus Kupfer verschlossen, welche mit Spülwasser gefüllt bleibt. Das Beckenklosett hat also, wenn am oberen Ende des Fallrohrs ein Siphon angeordnet wird, *zwei* Wasserschlüsse, wovon der eine fest, der andere beweglich ist.

Um die auf dem Boden des Trichters liegenden Fäkalien in den Stinktopf zu entleeren, wird eine Zugstange gehoben, wobei mittels eines Hebels die Kippschale zum Umkippen gebracht und gleichzeitig das Ventil a der Wasserleitung geöffnet wird. Wird die Zugstange wieder losgelassen, so senkt sich der Hebel, und die Kippschale nimmt ihre frühere geschlossene Lage selbstthätig rasch von neuem ein, und zwar *schon etwas früher*, als der Ausfluß des Wassers in den Trichter geendet

hat. Vermöge dieser kurzen Verlängerung der Spüldauer wird das in der Kippschale stehen bleibende Wasser in der Regel klar sein.

Dieser Vorzug ist im Beckenklosett aber nur unter Eintausch eines anderen, größeren Uebelstandes verwirklicht. Der Stinktopf bildet einen Sammelort für Kotreste, die an den Wänden desselben durch Spritzen u. s. w. ausgebreitet werden und dauernd dort verbleiben. Da dieselben nur schwierig zu entfernen sind, werden bei jeder Oeffnung der Kippschale übelriechende Gase durch den Trichter in dem Klosettraum aufsteigen.

Ein zweiter Uebelstand des Beckenklosetts ist es, daſs die Konstruktion eine gewisse Höhe erfordert, die man entweder durch Anbringen einer Stufe vor dem Sitz oder durch Senken des Stinkstoffes unter Fuſsbodenhöhe schaffen muſs. Man hat für diesen Uebelstand Abhilfe in einer Reihe von Konstruktionen gesucht, die alle minder einfach als die ursprüngliche sind und deshalb hier übergangen werden. (Eine der bezüglichen Konstruktionen s. in Emmerich a. a. O.)

Den dritten Typus der Wasserklosetts bilden die Jenningsklosetts, welche einen Trichter besonderer Form und als zweiten, beweglichen Wasserschluß ein Ventil haben. Da der Trichter aus einem einzigen Stück besteht, bedürfen die Jenningsklosetts keines Sitzgeschränkes.

Die Konstruktionseinzelheiten sind sehr wechselnd. Die einfachste Konstruktion zeigt Fig. 66, S. 268. Auf der als Hohlkörper ausgebildeten Zugstange Z des Ventils steckt ein ringförmiger Schwimmkörper S, an welchem zwei Zugstangen befestigt sind, die mittels Hebels einen Selbstschlußhahn öffnen, wonach das Spülwasser bei R des Beckens ausfließt. Denkt man sich das Becken gefüllt und nun, nachdem eine Benutzung des Klosetts stattgefunden hat, das Ventil V mittels des Griffs G gehoben, so stürzt das Wasser plötzlich in den Siphon T; gleichzeitig tritt aber durch R neues Spülwasser ein. Wird dann der Zug G losgelassen, so schließt das Ventil wieder; es geht aber der Wasserzufluß durch R noch so lange weiter, bis das Wasser im Becken, und damit zugleich der Schwimmer S, den normalen Höhenstand wieder erreicht haben. Das Aufsteigen von Dünsten aus dem Abfallrohr A ist durch den doppelten Wasserschluß wirksam verhindert, und die rasche Entleerung des Spülwassers in den Siphon T verbürgt auch eine wirksame Spülung des letzteren. Die Konstruktion ist jedoch darin mangelhaft, daß die Gummidichtung des Ventils V oft reparaturbedürftig wird. Es fehlt alsdann der obere (bewegliche) Wasserschluß, und die Fäkalien werden im Becken auf der sehr flachen Sohle desselben liegen bleiben. Umgekehrt ist bei kleinen Unordnungen am Hebel und Selbstschlußhahn T, wie auch beim Einschütten großer Waschwassermengen in das Becken die Gefahr vorhanden, daß der Wasserstand im Becken zeitweilig über den normalen ansteigen und die Benutzung des Klosetts unmöglich, oder doch die heftige Verspritzung dieselbe höchst unangenehm machen kann.

Beide Uebelstände sind bei der in Fig. 67 mitgeteilten Ausführungsweise beseitigt, bei welcher das Ventil in ein Standrohr hinter das Becken verlegt ist. Beim Heben desselben wird, kraft Heberwirkung, der Wasserinhalt des Beckens über den Rand des Standrohrs rasch entleert. Schutz gegen zu hohe Wasseransammlung im Becken soll ein kleiner Nebensiphon y gewähren, durch welchen die überflüssige Wassermenge aus dem Becken abfließen kann. Ein Kugelventil, das am unteren Ende

des Siphons liegt, hat den Zweck, das Aufsteigen von Gerüchen aus dem Hauptsiphon in den Klosettraum zu verhindern. Da aber auf den luftdichten Abschluß der Kugel (nach speziellen Versuchen von Emmerich, a. a. O.) nicht gerechnet werden kann, ist es rätlich, auf den Kugel-

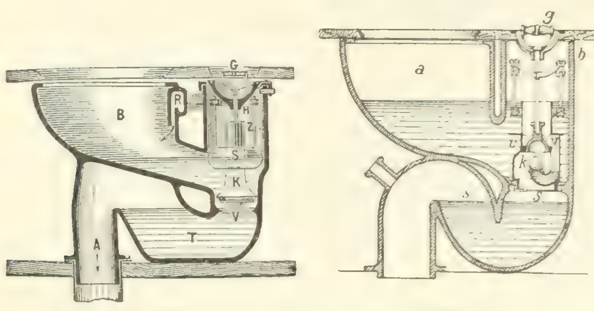


Fig. 66. Fig. 67.
Klosetts nach Jennings.

verschluß zu verzichten und durch Anbringung eines besonderen Abflußrohres für erleichterte Abführung von Gerüchen wie auch für Erhaltung steter Wasserfüllung des Nebensiphons durch Anbringen eines kleinen, beständig laufenden Hahnes zu sorgen.

Besonders die nicht ausreichend einfache Konstruktion des Jenningsklosetts, die eine häufige Gefahr für die Funktionsfähigkeit bildet, hat dazu geführt, auf die Grundform des einfachen Trichterklosetts zurückzugreifen. In dieser Weise ist der unter verschiedenen Namen neuerdings in Verkehr tretende, Washout genannte Klosetttypus, Fig. 68, entstanden.

Fig. 68.
Washout.

Das Charakteristische daran besteht in der Einschaltung eines flachen Tellers nahe unter der Oberkante des Trichters, auf welchem beständig eine Schicht reinen Wassers einige Centimeter hoch steht, welches langsam durch ein paar kleine Oeffnungen an der Hinterseite des Beckens noch eintritt, nachdem die eigentliche Spülung bereits beendet ist. Beim Beginn der Spülung findet Teilung des Spülstroms statt, indem der kräftigere Teil auf den Teller geleitet, der schwächere zur Berieselung der Trichterwand benutzt wird.

Durch die hohe Lage des Tellers wird Sorgfalt bei der Ausführung der Spülung erzwungen, durch die geringe Tiefe der Wasserschicht auf dem Becken das Verspritzen des Wassers eingeschränkt, durch die Herstellung des Trichters in einem Stück ein Sitzgeschränk entbehrlich und ein schmales, ringförmiges Sitzbrett genügend. Da jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß im Siphon gelegentlich auch unreines Wasser stehen bleibt, empfiehlt es sich immer, für Luftabzug aus demselben zu sorgen.

5. Pissoire.

Becken aus emailliertem Gußeisen oder besser Fayence erhalten eine Spülleitung von 13 mm und Abflußleitung von 50 mm Weite. Werden mehrere Stände unmittelbar nebeneinander angelegt, so dienen bei höheren Anforderungen ebenfalls Becken, am besten sogen. Schnabelbecken, während bei geringeren Stände mit Trennung durch feste Wände und Verkleidung der Hinterwand ausgeführt werden. Standbreite 75 bis 85 cm, Standtiefe 50—60 cm; Höhe der Trennwände 1,3—1,8 m. Die Trennwände werden aus Schiefer oder Marmor hergestellt und endigen im Interesse besserer Beleuchtung und Reinlichkeit frei 10 bis 15 cm über Fußboden. Zur Wandbekleidung sind Rohglastafeln am geeignetsten, Schiefer und Marmor (beide geschliffen) weniger gut, weil sie Feuchtigkeit aufsaugen; dieser Grund kann aber da hinfällig sein, wo die Rückwand beständig ausreichend berieselt wird. Cementüberzug der Rückwand ist wegen seiner schmutzigen Farbe der Reinlichkeit abträglich, Asphaltüberzug besser, aber an senkrechten Flächen nur schwer anzubringen. Neuerdings kommen halbcylindrisch gestaltete Rückwände, die sich am unteren Ende in die Ableitung fortsetzen, vor; sie sind aus emailliertem Gußeisen hergestellt. Um das Verspritzen von Urin einzuschränken, erhält die Rückwand etwas Sturz, etwa 5—10 cm auf 1 m Höhe. Der Fußboden des Raumes ist wasserdicht und, zur weiteren Beförderung der Reinlichkeit, mit einigem Gefälle nach der am Fuße der Rückwand befindlichen offenen Rinne anzulegen. Rinnengefälle 3—5 cm auf 1 m; Abflüsse derselben in Abständen von 2—3 m; Fußbodengefälle 1—2 cm auf 1 m. Abflüsse sollen einen Wasserschluß erhalten. Unmittelbar vor den Ständen wird der Fußboden zuweilen mit einem kleinen, fortnehmbaren Lattenrost bedeckt; die Zweckmäßigkeit ist fragwürdig. Becken bekommen einen Wasserschluß und ein Ueberlaufrohr; ersterer liegt dicht unter dem Becken; letzteres ist zwischen Beckenboden und Wasserschluß, nicht unterhalb des letzteren, mit dem Ablauf zu verbinden. — Oelpissoire bestehen aus Steingut-Becken mit doppelter Wand und zwischenliegendem Hohlraum, der mit Oel gefüllt wird. Indem das Oel die poröse Wand durchdringt, bildet es auf der Oberfläche eine dünne Haut, welche das Anhaften von Schmutz verhindert.

Bei den in Höfen und auf Straßen aufgestellten Pissoiren ist der Frostschutz von Wichtigkeit. Man schafft denselben am einfachsten durch Anlage eines Kellers unter dem Gebäude, in dem die sämtlichen Vorrichtungen für Zu- und Abfluß angebracht sind, event. ein Ofen zur Lufttemperierung aufgestellt werden kann. Wird ein besonderes Häuschen erbaut, so ist die Anordnung der Stände an der Außenwand raumersparender als diejenige mit einem Mittelpfosten.

Den geeignetsten Platz finden häusliche Pissoire in der unmittelbaren Nähe eines warmen Rohres (Schlotes) u. s. w., das die Gerüche absaugt. Pissoire in Kellern müssen besonders sorgfältig gelüftet werden, und die Wände oder Mauern sind vor dem Eindringen von Urin gut zu schützen, nicht nur wegen der üblen Gerüche und der aufsteigenden Feuchtigkeit, sondern auch, weil das vorkommende Ammoniak mit den Alkalien des Mauerwerks leicht flüssige, die Mauer zerstörende Salze bildet.

Ueber Pissoire vergleiche auch S. 110 dieses Bandes.

6. Waschbecken.

Aus emailliertem Gußeisen oder, besser, Fayence hergestellt, erhalten sie Zuflußrohre von 10 cm und Abflußrohre von 20 mm Weite, in letzteren gewöhnlich ein Ventil und immer einen Wasserschluß; hinzukommen muß ein Ueberlaufrohr mit Anschluß an den Ablauf zwischen Beckenboden und Siphon. Letzterer muß stets leicht zugänglich sein, auch wenn das Becken einen Untersatz oder ein vollständiges Holzgeschränk erhält. Der Zufluß erfolgt seitlich direkt zum Becken oder auch über dem Rand der Schale, der Hahn dazu muß stets frei liegen.

An die Beckenform bei den Wasserklosetts erinnert bei den Waschbecken die Form der sogen. Kippschalen. Dabei wird die Schale an zwei nahe über dem Schwerpunkt liegenden Zapfen so aufgehängt, daß sie gefüllt leicht nach hinten umkippt und ihren Inhalt in einen zum Schutz gegen Säureangriffe mit Bleiplatten ausgelegten Trog mit nach rückwärts fallendem Boden entleert, von dem er in eine Leitung mit Wasserschluß aufgenommen wird. Da an den großen, verdeckt liegenden Trogrändern leicht Schmutzteile haften bleiben, sind Kippschalen kaum zu empfehlen; jedenfalls bedürfen sie reichlicher Spülung. Günstig ist an ihnen, daß für eine größere Zahl von Kippschalen ein einziger Ablauf ausreicht.

(Ueber Badeeinrichtungen vergl. in dem von R. Schultze verfaßten Abschnitt über Volksbäder in Bd. VI dieses Handbuches, ferner in Bd. IV Allgemeine Wohnungshygiene.)

Dr. **R. Emmerich**, *Wasserklosett-Anlagen*, *München* 1892 (*Sonderabdruck aus dem Bayr. Industrie- u. Gewerbebl.*).

Assmann, *Die Be- und Entwässerung von Grundstücken*, 1893.

Beielstein, *Die Wasserleitung in Wohngebäuden*, 2. *Aufl.* (1884).

Außerdem eine so reichhaltige Litteratur in technischen Zeitschriften, daß jedes Eingehen darauf ausgeschlossen, bezw. überflüssig ist.

7. Größe der häuslichen Entwässerungsleitungen und Material.

a) Weite der Leitungen.

Für die Rohrweite bei Hausleitungen sind die abzuführenden Wassermengen weniger bestimmend als Momente sonstiger Art. Der besondere Einfluß, den die Rücksichten auf den Luftwechsel üben, ist unter XIV besprochen worden. Es könnte scheinen, als ob reichliche Weiten für den Luftwechsel allgemein günstig seien; doch ist zu beachten, daß, wenn auch die größere Weite den Luftwechsel in mehrfacher Art begünstigt, sie andererseits der Reinhaltung der Rohre entgegenwirkt; es werden dadurch die der Verunreinigung ausgesetzten Flächen vergrößert, die Bewegung des Wassers wird verlangsamt, das Verspritzen desselben begünstigt, die Spülwirkung gemindert. Auch können bei großen Weiten die Rohre leicht als bequemes Beseitigungsmittel für allerhand lästige oder schädliche Dinge benutzt werden.

Um letztere, nicht gering anzuschlagende und durch keinerlei Verbote, Ueberwachung u. s. w. zu begegnende Gefahr auszuschließen, dürfen alle Eingänge in die Leitungen (Ausgüsse u. s. w.) eine gewisse minimale Weite nicht überschreiten; in Berlin sind z. B. als zulässige Größtweite der Abflußöffnungen von Wasserklosetts (bei denen die Gefahr mißbräuchlicher Nutzung immer besonders groß ist) 7 cm festgesetzt, ähnlich auch anderswo. Grundsätzlich sollen die Eingangsweiten geringer sein als die Weite der Leitung im übrigen Teil.

Wenn aber die Rohrweiten zu gering festgesetzt werden, so vermehrt sich die Gefahr gelegentlicher Verstopfungen durch Hineingeraten ungehöriger Dinge. Anderweit übt die Frostgefahr einen Einfluß auf die Rohrweite insofern, als dieselben in der Regel das Brauchwasser nur stoßweise abführen, wobei aber die Beendigung sich oft weit hinauszieht, weil der Abfluß sich gegen das Ende des Abflusses verlangsamt. Dies findet um so mehr statt, je größer die Rohrweite ist. Je größer die Rohrweite, um so mehr treten auch die Rohre mit den Einrichtungen u. s. w. der von ihnen berührten Räume in Konflikt und um so schwerer lassen sie sich den oft vorkommenden Ablenkungen von der geraden Richtung anpassen.

Nach den hier angegebenen und nach sonstigen Rücksichten, z. B. auf die Verbindungsweise der Teile der Rohrleitung, die Lage, ob frei oder unter Fußboden, ob senkrecht (stehend) oder liegend, giebt man Hausleitungen etwa folgende Weiten:

	Stehende Rohre	Liegende Rohre
Für 1 oder 2 Küchenausgüsse	50 mm	50— 65 mm
„ 3 oder mehr Küchenausgüsse	65 „	100 „
„ Ableitungen von 1 bis 4 Wasserklosetts	100 „	125 „
„ „ „ mehr als 4 Wasserklosetts	125 „	125—175 „
„ „ „ 1 oder mehreren Waschtischen	38—50 „	50— 65 „

Werden die Rohre mehrerer Gattungen von Ausgüssen zusammengefaßt, so macht man zu dem Durchmesser des größten Einzelrohres einen geringen Zuschlag, der aber nur mäßig sein soll, um die Spülwirkung nicht zu beeinträchtigen.

b) Material der Leitungen.

Glasierte Thonrohre. Unter Bezugnahme auf X, 1 bleibt hier nur dasjenige nachzutragen, was in Hinsicht auf den besonderen, hier vorliegenden Verwendungszweck Bedeutung hat. Die geringste Weite, in denen solche Rohre fabriziert werden (10 cm), ist für manche Stellen im Hause schon zu groß. Sie reicht aber nicht aus, damit die Arbeiter zur Dichtung der Stöße mit der Hand hineinfahren können. Damit dies auch bei Rohren möglich sei, welche ausreichende Weite besitzen, müssen kürzere Enden (von 20, 40, 60 und 80 cm) außer den Rohren der normalen Länge von 1 m zur Verfügung stehen; es wird dadurch die ohnehin schon große Zahl der Stöße (der schwachen Punkte der Leitung) noch vermehrt. Zum Dichten der Stöße wird am besten ein etwas elastisches Mittel verwendet, damit nicht bei dem fast unausbleiblichen Setzen des Gebäudes und Erschütterungen desselben Brüche eintreten. Da an volle Luftundurchlässigkeit der Leitungen der kleinen unausbleiblichen Risse wegen kaum zu denken ist, wird man glasierte Thonrohre jedenfalls nicht durch warme Räume oder solche führen dürfen, bei denen die Gerüche sicher ausgeschlossen sein müssen. Die häufigste Benutzung derselben findet bei Klosettrohren und zu Leitungsstücken statt, die unter der Kellersohle liegen. Wenn aber solche Strecken mit Mauern kreuzen, so empfiehlt es sich, die Kreuzungsstelle aus Eisenrohr herzustellen.

Gußeiserne Rohre. Dieselben werden im regelmäßigen Fabrikbetriebe bis zu Minimalweiten von 4 cm (nur ausnahmsweise bis 2,5 cm) hinab hergestellt und in Längen von 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 und 3,0 m. Daraus ergiebt sich eine entsprechende Verminderung der Stöße und bezw. Dichtungen, die mit Bleiring und viel sicherer, als bei glasierten Thonröhren möglich ist, bewirkt werden. Da die Rohre sehr dünnwandig sind, beanspruchen sie nur geringen Raum; hingegen bringt ihre Starrheit hier und da Schwierigkeiten bei Richtungswechseln der Leitung mit sich. Gußeiserne Rohre werden auch unter der Wirkung von Säuren, welche das Schmutzwasser enthält, sowie unter dem wechselnden Einfluß von Feuchtigkeit und Luftsauerstoff, dem sie unterstehen, im Innern angegriffen, wogegen die übliche „Asphaltierung“ nicht vollständig schützt; sicher in dieser Beziehung sind nur emaillierte Eisenrohre, die sich auch rein halten und in denen daher auch bessere Luftbeschaffenheit herrscht.

Bleirohre. Dieselben besitzen die großen Vorzüge, in jeder Weite erhältlich und so biegsam zu sein, daß sie sich jedem Richtungswechsel der Leitung mit Leichtigkeit anschmiegen, auch bei Senkungen, Erschütterungen und Erzitterungen des Hauses nicht brechen, wenig Raum einnehmen und in so großen Längen zur Verfügung stehen, daß die Zahl der Dichtungen sehr gering bleibt; die Dichtungen sind auch mit vollster Sicherheit und sehr leicht ausführbar. Endlich ist Blei sehr widerstandsfähig gegen die Säuren, welche Abwasser enthalten. Deshalb stehen Bleirohre zu Abflußleitungen in ausgedehntem Gebrauch, wobei sie jedoch ihrer großen Biegsamkeit wegen gewöhnlich auf stehende Leitungen beschränkt sind; sie sind auch leicht Beschädigungen durch Druck oder Stoß unterworfen, was für offene Lage sehr zu berücksichtigen ist.

8. Allgemeine Anordnung sowie Einzelheiten der Hausentwässerungsanlagen.

Auch wenn nur eine Abflußleitung anstatt mehrerer (vergl. unter 1 oben S. 252) für ein Grundstück angelegt wird, kommt der Fall selbst in kleinen Häusern häufig vor, daß zwei Fallrohre angeordnet werden, indem man die Klosettwasser von den übrigen Abwassern trennt. Im allgemeinen muß das Verfahren als übertrieben vorsichtig, nach einer Seite hin sogar als schädlich bezeichnet werden. Denn ob die Küchenwasser reiner als die Klosettwasser sind, ist mindestens sehr ungewiß. Sind sie nicht reiner, so ist die Trennung immer schädlich; und auch wenn sie reiner sind, kann die Trennung dadurch schädlich sein, daß wegen der Verunreinigung der Spülwassermengen Spülung und Luftwechsel in den Rohren minder gut sind als bei gemeinsamer Abführung der Abwasser.

Danach ist die allgemeine Regel gut begründet, daß die Abwasserleitungen möglichst zusammengezogen werden sollen. Möglichst alle Leitungen, die im Innern des Hauses vorkommen, wenigstens aber die Mehrzahl soll in einem Fallrohr zusammengeführt werden.

Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung der Hausrohre spielt es eine große Rolle, ob in der Disposition des Hauses auf die Entwässerungsanlage Rücksicht genommen ist oder nicht. Ist ersteres der Fall, so gilt als Grundsatz: möglichste Kürze der Rohrleitungen

und größte Einfachheit der Anlage. Es dürfen auch keine eckförmigen Verbindungen vorkommen, sondern alle Verbindungen sind möglichst schlank zu gestalten und Richtungswechsel durch Bögen zu vermitteln. Weiter kommt noch etwa folgendes in Betracht: Zunächst die Beschaffenheit der Abwasser: Leitungen, die nur Klosettstoffe abführen, müssen wegen der Möglichkeit, daß darin gelegentlich ungeteilte Reste von fester Beschaffenheit mit abfließen, *größere Weiten* erhalten als Leitungen, die Wasser aus Badewannen oder selbst Küchen führen. Leitungen, die der Gefahr der Verstopfung unterworfen sind, müssen stärkere *Gefälle* als die übrigen erhalten; man darf dieselben innerhalb des Hauses nicht mit schwächeren Gefällen als 1:10 verlegen. Aus diesen beiden Ursachen: größere Rohrweiten und größere Rohrgefälle, folgt die Notwendigkeit, *Hausleitungen möglichst nahe zusammenzurücken.* Wo dies nicht möglich ist, und daher zwischen mehreren Fallsträngen, um sie in einen einzigen zusammenzuziehen, *schräge* Verbindungsteile von größerer Länge notwendig sind, thut man besser, *mehrere* Fallstränge anzuordnen.

Von gesundheitlichem Standpunkte ist zu fordern, daß die Leitungen *auf kürzestem* Wege zum Hause hinausführen, daß sie möglichst an jeder Stelle unmittelbar zugänglich liegen, daß insbesondere keine Leitungen *in Hohlräumen von Zwischendecken* untergebracht werden. Es braucht bei diesen Forderungen nur au die Gefahr der Schadhaftwerdung erinnert zu werden.

Eine andere wichtige Rücksicht ist diejenige auf die *Frostgefahr.* Abflußrohre, welche an Außenwandungen liegen, frieren leicht ein. Der Frost beginnt an Stellen plötzlicher Richtungs- oder Neigungswechsel oder da, wo zwei Rohre in ungeschickter Weise zusammengeführt sind; solche Stellen müssen daher, namentlich, wenn sie hinter Außenwänden von Gebäuden sich befinden, die nach Norden liegen, mit *besonderer* Sorgfalt behandelt werden, sind eventuell mit Umhüllungen aus Wärmeschutzmasse zu sichern, und das um so stärker, wenn sie von geringem Kaliber sind. Eines besonderen Schutzes gegen Frost bedürfen auch *Durchgangsstellen der Leitung durch die Umfassungsmauern des Gebäudes,* weil, wenn hier nicht ein ganz dichter Schluß der Oeffnung wieder erzielt wird, sich im Winter eine stark abkühlende Einströmung der Grundluft ins Haus entwickelt. — In den Fallrohren wird die Frostgefahr durch die Luftverdünnung vermehrt, welche beim Herabstürzen von Wassermengen entsteht, weil damit starke Abkühlungen der Luft verbunden sind. — Wie die kalte Lage der Rohre, kann auch die *warme* bedenklich sein, weil sie Bildung von üblen Gerüchen begünstigt. Solche Rohre müssen daher besonders kräftig wirkende Lüftungseinrichtungen erhalten.

Was die Frostsicherheit der *Außenleitungen* auf dem Grundstücke betrifft, so ist folgendes zu beachten: Leitungen, welche nur Klosettwasser führen, frieren bei der niedrigen Temperatur dieser Wasser besonders leicht ein, desgleichen Leitungen, welche *Spritzwasser von Pumpen* zugeführt erhalten. Abwasser, welche Küchen- und Badewasser enthalten, besitzen eine etwas höhere Temperatur, und da die Außenleitungen auf dem Grundstück meist in der Nähe der Gebäudemauern liegen, so würde die Gefahr des Einfrierens solcher Leitungen, die Küchen- und Klosettwasser vereint abführen, nicht groß sein, wenn in ihnen eine *beständige* Wasserführung stattfände. Da aber der Abfluß sich meist auf kurze Zeitabschnitte beschränkt, da ferner durch kräftigen Luft-

wechsel in den Röhren zeitweitig eine starke Abkühlung herbeigeführt werden kann, so darf auf die in den begünstigenden Umständen liegende Garantie nicht viel gerechnet werden, sondern es muß die Tiefenlage auch der hier in Rede befindlichen Leitungen so groß gewählt werden, um Frostfreiheit zu verbürgen.

Um Wasserzuleitungsrohre vor Frost zu sichern, werden dieselben streckenweise zuweilen unmittelbar neben die Entwässerungsleitungen in den Boden eingebettet. Dadurch können aber die letzteren, wenn klein, so stark abgekühlt werden, daß die Gefahr des Einfrierens entsteht. Ob die Frage einer möglichen Beschädigung der Wasserleitungs-Rohre und ihres Inhaltes Bedeutung besitzt, ist durchaus von Oertlichkeit und Einrichtung abhängig.

Ein sehr gutes Sicherungsmittel gegen Frostgefahr ist das Verlegen einer Leitung in einer zweiten von entsprechend größerem Durchmesser, weil die in dem ringförmigen Zwischenraume befindliche Luftschicht ein schlechter Wärmeleiter ist.

Außer den bereits besprochenen Ursachen können ungünstige Gefälle, zu geringe Weiten, fehlerhafte Zusammenführung von zwei Rohren, endlich besonders hoher Gehalt der Abwasser an Sink- und Schwebestoffen nicht nur die Frostgefahr, sondern allgemein die Gefahr vor Störungen des Abflusses mit sich bringen. Um gröbere Stoffe abzuhalten, sind in den Boden von Ausgußbecken Siebe von 3 4 mm Lochweite einzulegen. fett- und seifenhaltige Wasser durch Einsetzen von Fetttöpfen in die Leitungen von Fett u. s. w. zu befreien. Dies ist besonders notwendig, wenn in dieselbe Leitung Kaffeesatz in einigen Mengen gelangt, weil er mit jenem Krusten und Ballen bildet, durch die eine enge Rohrleitung sehr leicht verstopft wird.

Um der nicht geringen Gefahr, daß Ausgußbecken, die unter Zapfhähnen liegen, gelegentlich Ueberschwemmungen anrichten, zu begegen, werden an solchen Becken Ueberlaufrohre angebracht, die, um ausreichende Sicherheit zu gewähren, immer erst hinter dem Wasserschluß in die Ableitung eingeführt werden sollten, aber wegen der dabei möglichen Gefahr des Austretens von Gerüchen den Anschluß an die Ableitung zuweilen zwischen Becken und Wasserschluß erhalten. Ganz besondere Bedeutung besitzt die Anbringung von Ueberlaufsrohren bei Becken, welche in Räumen mit Holzfußboden liegen.

An solchen Stellen einer Rohrleitung, wo durch schwaches Gefälle, oder Querschnittserweiterungen, oder plötzliche Richtungsänderungen, auch wenn sie durch schlanke Bogenstücke vermittelt sind, oder wegen unvermeidlich flacher Lage der Leitung Betriebsstörungen gewärtigt werden müssen, ist für Zugänglichkeit der Leitung zu sorgen. Es geschieht dies entweder durch Anlage von Einsteigeschächten, oder zur Terrainoberfläche schräg hinaufgeführten, verstöpselten Rohrenden, welche die Einführung eines Werkzeuges zum Forträumen des Hindernisses gestatten. Einsteigeschächte werden entweder so angelegt, daß die Röhren in den Schacht ein- bezw. ausmünden — was nicht gerade erwünscht ist — oder aber besser so, daß die Leitung im Schacht nicht unterbrochen wird, hier aber mittels eines sogen. Reinigungsflansches einen mit Deckel verschlossenen Zugang erhält.

9. Spülung der Hausleitungen.

Die Zapfstellen im Hause bilden im allgemeinen ausreichende Spülvorrichtungen, und desgl. können die Regenrohre zur Erfüllung dieses

Zweckes mit herangezogen werden (vgl. unter 2. S. 253). Es sind daher Spüleinrichtungen für Hausleitungen nur unter besonderen Umständen oder für besondere Zwecke erforderlich, wie z. B. da, wo der Wasserverbrauch im Hause ein sehr beschränkter ist, wo Frostgefahr besteht, oder auch wo ungenügendes Gefälle oder Ablagerungen begünstigende Bestandteile der Leitung zu gelegentlichen Betriebsstörungen Anlaß geben können. Die Spülwirkung muß hier mehr in der Plötzlichkeit der Entleerung als in der Spülwasser-Menge gesucht werden. Dieser Anforderung können aber die Zapfstellen der häuslichen Wasserleitung nicht leicht genügen und ebenso wenig Spüleinrichtungen, welche den Schwimmkugelhahn in der gewöhnlichen Anordnung benutzen. — Für die Spülung von Außenleitungen auf dem Grundstück lassen sich eventuell Spülschächte (s. unter XIII) anlegen. — Pissoirspülungen werden entweder konstant oder intermittierend eingerichtet. Im ersten Falle ist der Wasserverbrauch ein außerordentlich hoher. Derselbe beträgt nicht unter 200 l pro Stunde und Stand, in Berlin rund 3 cbm pro Tag und Stand. Die Kostspieligkeit hat Veranlassung gegeben, intermittierende Spülung einzurichten, welche mit nur $^1/_5$ — $^1/_{10}$ der Wassermenge die gleiche Spülwirkung leistet wie die konstante Spülung, dennoch aus ersichtlichen Gründen nicht gleichwertig mit der ersteren ist.

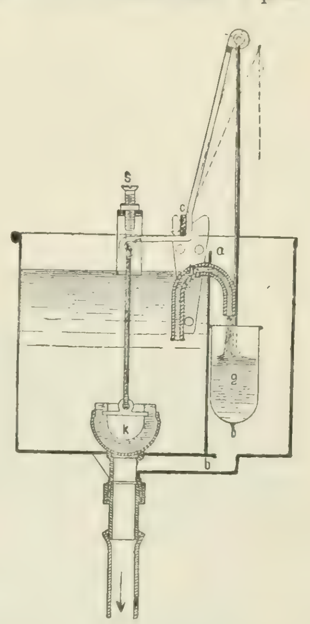


Fig. 69. Intermittierende Spülvorrichtung für Pissoire.

Eine betr. Einrichtung, die von Schmetzer angegeben ist, zeigt Fig. 69: dieselbe besteht aus einem größeren und einem kleineren Behälter, welche durch ein Heberrohr dauernd in Verbindung stehen. Das obere Ende des Spülrohrs ist durch ein Kugelventil *K* geschlossen, dessen Kugel an einer Stange hängt, die an einem auf einer Schneide *c* ruhenden Hebel angreift. Das andere Hebelende trägt den zweiten Behälter, der im Boden ein kleines Loch hat. Das Heberrohr *b* tritt in Thätigkeit, sobald in dem großen Behälter der Wasserspiegel die Höhe des Heberscheitels erreicht. Das alsdann beginnende Uebertreten des Wassers in das kleine Gefäß bringt dieses zum Sinken, infolge wovon das Ventil *K* öffnet. Nach der stattgefundenen plötzlichen Entleerung des Spülwassers erfolgt der Schluß des Ventils dadurch, daß infolge Austrittes einer gewissen Wassermenge durch das Loch im Boden des kleinen Behälters *g* das Ventil *K* wieder das Uebergewicht erlangt und auf seinen Sitz zurückfällt. Durch eine entsprechende Hahnstellung kann die Zeit zur Füllung des Spülgefäßes beliebig geregelt, daher mit dem Apparat jeder beliebige Grad in der Häufigkeit der Spülung erzielt werden.

Einen anderen einfachen Spülapparat zeigen Figur 70 und 71. Im Spülgefäß liegt ein hohler Hebel, dessen eines Ende mit dem Bodenventil verbunden ist, dessen anderes eine Schwimmkugel trägt, welche an der Oberseite offen ist. In den Figuren ist die Einrichtung so dargestellt, daß mittels einer Zugstange die Kugel ein wenig unter

den Spiegel des gefüllten Bassins gebracht wird, wonach dieselbe — mit dem Hebel — sinkt, das Bodenventil öffnet und das Spülwasser entleert wird. Es kann auch die Einrichtung dadurch leicht zur Selbstthätigkeit umgestaltet werden, daß man den Spiegelstand im Reservoir sich etwas über den höchsten Stand der Kugel hinaus heben läßt und desgl. durch entsprechende Hahnstellung den Spülbehälter in regelmäßigen Zeitabschnitten füllt.

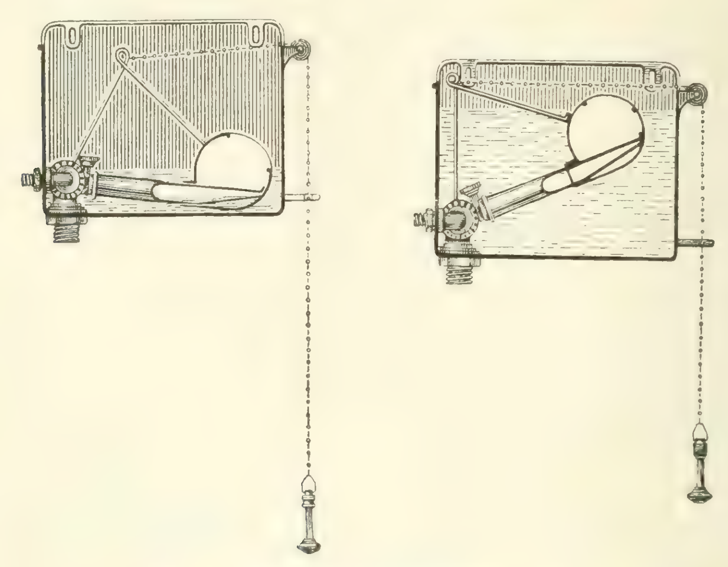


Fig. 70. Intermittierende Spülapparate. Fig. 71.

Von noch anderen Vorrichtungen, die zahlreich vorkommen, mag endlich nur noch eine Spülvorrichtung hier angeführt werden, in welcher die Hauswasser selbst zum Spülen dienen. Die von Rothe angegebene, in Fig. 72 dargestellte Vorrichtung wird bei der Kanalisation von Potsdam, sowie in mehreren anderen Orten in der Nähe Berlins zum Spülen der Hausanschlüsse benutzt. Durch Schlitze, die in der Sohle eines oben offenen, kurzen Rinnenstückes angeordnet sind, wird ein Teil des durchfließenden Hauswassers abgesondert und gelangt durch die Oeffnung *c* in einen Schacht *g*, während ein anderer Teil, über die Schlitze fortfließend, den geraden Weg durch das Ablaufrohr *f* fortsetzt. Wenn im Schacht *g*, auf dessen Boden die schweren Sinkstoffe aus dem hierher geführten Teil des Wassers gesammelt werden, das Wasser sich bis zum Scheitel eines Hebers angestaut hat (wozu etwa

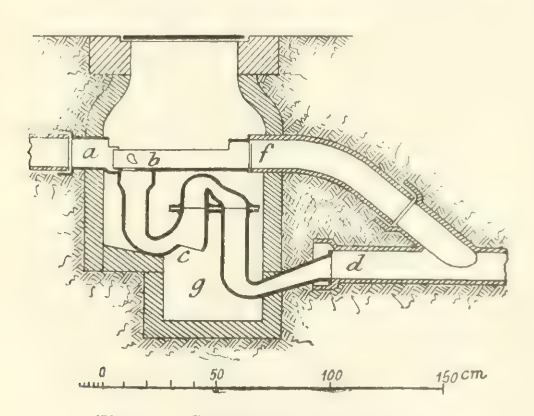


Fig. 72. Spülapparat nach Rothe.

140 l Wasser erforderlich sind), tritt der Heber in Wirksamkeit, infolge wovon sich die Wassermenge plötzlich in das Ablaufrohr *d* entleert. Um durch die Einrichtung nicht Gefälle preiszugeben, werden die Abflußleitungen aus Kellern an das Rohr *d* oder auch das Straßenrohr direkt angeschlossen und für den Spülzweck nur die Abflußleitungen aus den höher liegenden Geschossen benutzt. — Wenn die abgeleiteten Wasser viele Sinkstoffe, besonders aber grobe führen, setzen sich die Schlitze leicht zu; daher muß der Apparat beständig unter Aufsicht gehalten werden.

10. Beispiel einer größeren Hausentwässerungs-Anlage.

Fig. 73 giebt die Abbildung der typischen Wasser-Zu- und -Ableitung, wie sie in Hamburg und ähnlich auch anderweit angeordnet wird. Die Hausanschlüsse gehen von Nebenleitungen der Wasserrohre, nicht

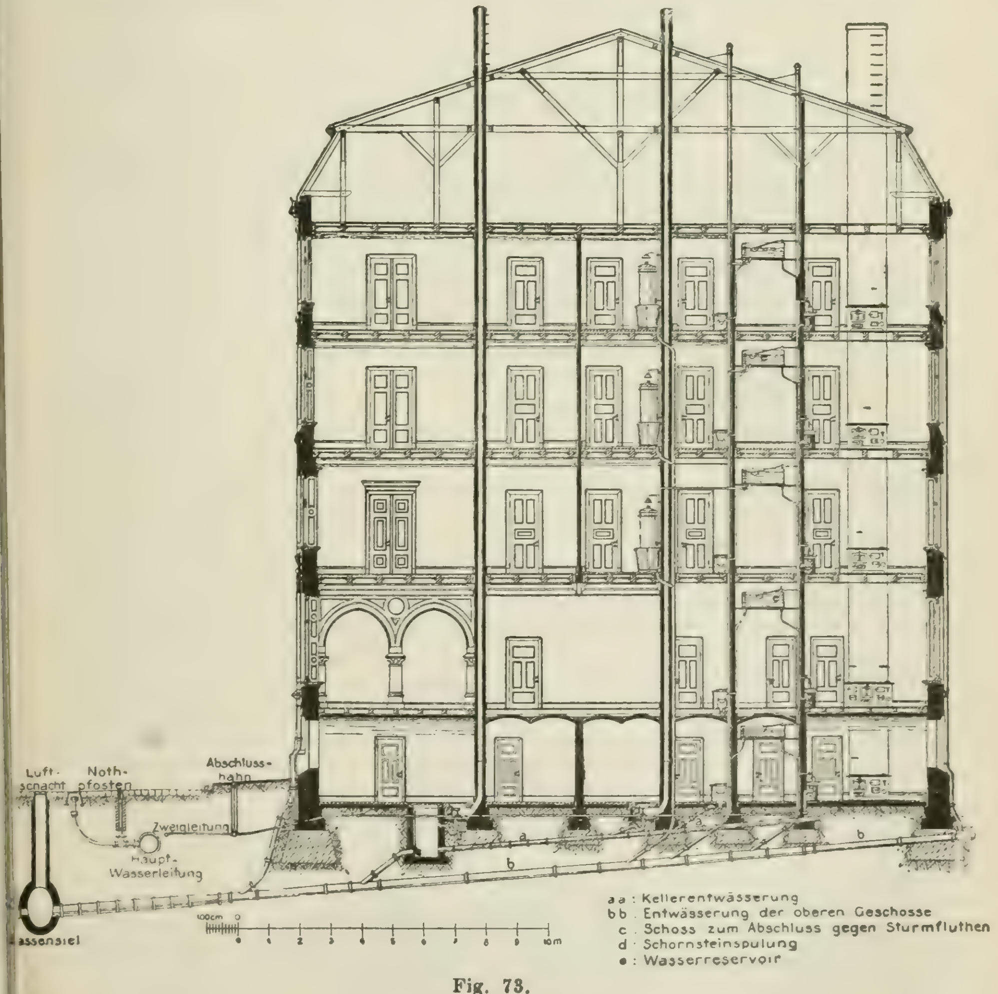


Fig. 73.

von den Hauptrohren selbst aus. Jedes Geschoß erhält ein besonderes Wasserreservoir, das eventuell mehrmals am Tage gefüllt wird. Jeder Einlauf für Abwasser muß einen Wasserschluß erhalten; unterbrechende Wasserschlüsse werden aber nicht geduldet; das Abfallrohr von Klosetts muß bis über Dach verlängert werden. — Bei dem sehr reichlichen Wasserverbrauch, der in Hamburg stattfindet, halten sich alle Rohre gut rein. Für die Kellerentwässerung wird bei tiefer Lage (zum Schutz gegen Rückstau) das besondere Rohr *a a* der Figur gelegt, worüber Näheres unter 3, S. 258 mitgeteilt ist.

Eine Eigentümlichkeit dieser Anlage bildet die Einrichtung, sich auch des Rußes aus Schornsteinrohren durch Abschwemmen zu entledigen. Zu diesem Zweck liegt am Fuße der Schornsteine eine kleine Sammelgrube, welche, unter Einschaltung eines Wasserschlusses, mit dem Abflußrohr verbunden ist.

11. Mitwirkung der öffentlichen Verwaltung (Polizei und Gemeinde) bei Anlage von Hausentwässerungen.

Für das Eingreifen der Gesundheitspolizei in diesen Gegenstand liegt eine ganze Reihe von Gründen vor, worunter insbesondere die Gefahren der Verunreinigung von Luft, Boden und Wasser, von Kellerüberschwemmungen bei heftigen Regenfällen oder Hochwasserständen, gesundheitliche Gefahren bei Betriebsstörungen der Ableitung, bei ungünstiger Verbindung von Reinwasser- und Schmutzwasserleitungen zu erwähnen sind. Ferner kommen die Nachteile und Gefahren in Betracht, welche den Kanälen aus der Einleitung von Fabrikwassern drohen, weiter die Anforderungen mit Bezug auf Schutz der Kanalisationsanlagen in allen ihren Teilen vor Beschädigungen, auf Sicherstellung des öffentlichen Eigentums, wie desgleichen die Wahrung der Verkehrssicherheit bei der Ausführung und dem Betriebe.

Der Gegenstand gewährt danach einigen Raum für allgemeine landespolizeiliche Regelung; doch bleibt derselbe meist (in Preußen fast ganz) der Regelung durch die Ortspolizeibehörden zugewiesen. Es werden deshalb in den betr. Polizeivorschriften auch zuweilen sachlich nicht begründete Verschiedenheiten wahrgenommen, woraus oft genug nur Uebelstände hervorgehen. Abgesehen von solchen, die in unrichtigen oder mangelhaften Vorschriften unmittelbar ihre Ursache haben, tritt bei erheblichen Verschiedenheiten der Mißstand ein, daß das Publikum die Innehaltung der Vorschriften nicht ernst nimmt, sondern sich heimlich und offen Abweichungen und Unterlassungen erlaubt, die um so zahlreicher sind, als es den Behörden vielfach an den zur strengen Ueberwachung der Vorschriften geeigneten sachverständigen Kräften fehlt. Es spielt aber auch die allgemeine Abneigung der Polizei, in diesen Dingen nach diskretionärem Ermessen einzugreifen, eine gewisse Rolle. — Thatsache ist, daß in England — und anscheinend auch in Amerika — die Polizeivorschriften über house drainage im allgemeinen sorgfältiger bearbeitet und auch strenger eingehalten werden, als dies in Deutschland der Fall ist; auch machen die Polizeibehörden Englands und Amerikas von ihren diskretionären Befugnissen in größerem Umfange Gebrauch, als dies in Deutschland bisher der Fall zu sein scheint.

Unter solchen Umständen können unter den Augen der Polizei Entwässerungsanlagen entstehen, welche ihren Zweck nur mangelhaft oder gar schlecht erfüllen, während andererseits die Polizei auch

zuweilen in unnötiger und unsachverständiger Weise von ihren Rechten Gebrauch macht. Es würde daher eine mehr einheitliche und sorgfältigere Ordnung dieser Materie, als bisher besteht, nur allerseits erwünscht sein.

1. Voraussetzung für die polizeiliche Gestattung einer häuslichen Entwässerungsanlage muß immer das Bestehen einer Wasserleitung (öffentliche, nach Befinden auch private) sein.

2. Zum Schutz des Straßenkanals sollte vor dem Bau desselben für jedes anzuschließende Grundstück ein genauer Entwässerungsplan vorgelegt werden, um Zahl und Lage der Anschlußstellen schon beim Bau des Kanals berücksichtigen zu können.

3. Jedes Grundstück muß seinen besonderen Anschluß erhalten; die gemeinsame Entwässerung mehrerer Grundstücke ist unzulässig; die Anlage mehrerer Anschlüsse für ein und dasselbe Grundstück kann zugelassen werden.

4. Es ist, getrennt nach Straßen und Straßenteilen, die zulässige tiefste Lage von Ausgüssen in den anschließenden Gebäuden festzusetzen.

5. Die Herstellung der Anlage, soweit dieselbe im Straßengrunde liegt, wird am besten auf Kosten der Eigentümer durch die Gemeinde bewirkt, teils um Sicherheit für die Güte der Ausführung zu haben, teils im Interesse der Verkehrssicherheit.

6. Der für jede Anlage erforderliche Plan (Situation im Maßstabe $^1/_{200}$ oder $^1/_{100}$ nebst Durchschnitten in $^1/_{100}$) bedarf polizeilicher Prüfung und Genehmigung. Zu etwaigen späteren Abänderungen muß von neuem polizeiliche Erlaubnis eingeholt werden. Der Plan muß insbesondere nachweisen: Lage und Beschaffenheit: a) der Sicherungseinrichtungen gegen Wasserschäden durch Rückstau, b) Lage der Hofeinlässe und Anschlüsse von Regenrohren, c) etwaiger Revisionseinrichtungen (Schächte, Lampenlöcher u. s. w.), d) des Anschlusses von Zweigleitungen an Hauptleitungen, e) Rohrgefälle, Rohrweiten, Rohrmaterial, Beschaffenheit desselben, Rohrverbindungen und Tiefenlage der Rohrleitungen im Grunde.

7. Vorschriften über Einschalten von Fetttöpfen in Ableitungen von größeren Wasch- und Kochküchen, desgleichen über besondere Vorrichtungen zur Aufnahme von Kondensations- und Fabrikwassern sind in jedem Einzelfall besonders zu treffen. Vorschriften über Lüftungseinrichtungen müssen allgemeiner Natur sein: solche über besondere Spüleinrichtungen werden gewöhnlich nur Einzelfälle betreffen, allgemein ist aber zu fordern, daß über jedem Ausguß sich ein Zapfhahn befinde. Endlich sind zu erlassen:

8. Vorschriften über die Höhe und Weite von Wasserschlüssen, über Schutzmittel gegen Einführung gröberer Gegenstände, über die Verbindung von Ueberlaufrohren der Wasserreservoire mit den Fallrohren und ein Verbot unmittelbarer Verbindungen zwischen Rohren für Zuleitung von Reinwasser und solchen für Ableitung von Schmutzwasser.

9. Die Anlage darf nicht vor polizeilicher Prüfung und Ausstellung eines sogenannten Gebrauchsabnahme-Attestes in Benutzung genommen werden.

Die polizeiliche Prüfung und danach die Erklärung der Gebrauchsfähigkeit beschränkt sich bisher vielfach auf die sogen. Außenleitungen und läßt die im Innern des Hauses ausgeführten Leitungen unbeachtet. Die Prüfung der Außenleitungen ist oft genug auch nur

eine äußere Besichtigung und ein flüchtiger Vergleich der Ausführung mit dem Plan. Eine derartige Ausübung der polizeilichen Kontrolle muß ungenügend erscheinen, sowohl in Hinblick auf die Bedeutung der Aufgabe, als im Vergleich zu der Sorgfalt polizeilicher Ueberwachung, die hier und da z. B. den Gas- und Wasserleitungsanlagen eines Hauses — fast ohne rechten Grund — zugewendet wird. Schaden oder Mängel an Leitungen der letztgedachten Art pflegen rasch offenbar zu werden und im bloßen Vermögensinteresse des Eigentümers auch sofort Abhilfe zu finden. Mängel und selbst Schäden an den Entwässerungsleitungen läßt man oft ruhig weiter fortbestehen, nur, weil die Abhilfe Geldkosten verursacht und dies, ohne daß sich ein in Geld zu berechnender Nutzen durch dieselbe herausstellt.

Die Prüfung von Entwässerungsrohren auf Wasserdichtheit erfordert besondere Vorsicht, kann daher nur von Sachverständigen und darf auch nur in besonders wichtigen Fällen ausgeführt werden, weil die Leitungen dabei leicht Schaden nehmen.

Zur Prüfung auf Luftdichtheit kann man sich der Probe mit Pfefferminzöl bedienen.

Dieselbe besteht darin, in den am höchsten liegenden Ausguß einer Leitung einige Tropfen Pfefferminzöl zu schütten und dann mit frischem Wasser nachzuspülen. Jede Undichtheit der Leitung verrät sich durch den austretenden, durchdringenden Geruch; es kann aber einige Schwierigkeiten haben, die genaue Lage der undichten Stelle zu ermitteln.

In besonderen Fällen — bei günstig liegenden Rohreingängen — wird die mit stark qualmendem, brennendem Papier oder Hobelspänen vorzunehmende Rauchprobe vielleicht bequemer zum Ziel führen.

Um die Raucheinführung zu erleichtern und einen gewissen Luftdruck im Rohr hervorzubringen, kann man sich eines Handblasebalgs bedienen; besser ist aber ein in einem kleinen fahrbarem Dampfentwickler erzeugter, mittels Schlauchs in das Rohr eingeführter und drückend oder als Injektor für den Rauch wirkender Dampfstrahl. Ist das betr. Rohr mit Rauch angefüllt, so muß die obere Endigung desselben geschlossen werden.

Außer der polizeilichen Revision nach der ersten Anlage und Wiederholungen derselben, wenn später wesentliche Aenderungen oder Reparaturen vorkommen, wird schon wegen der Unmöglichkeit, eine wirksame polizeiliche Kontrolle über den Betrieb einer Hausentwässerungsanlage ständig zu üben, eine laufende polizeiliche Thätigkeit unterbleiben müssen, unbeschadet freilich des Rechtes der Polizei, aus besonderem Anlaß eine Revision auszuführen und die Funktionsfähigkeit der ganzen Leitung in jedem Augenblick festzustellen. Dasselbe Recht muß notwendig auch dem Eigentümer der öffentlichen Entwässerungsanlage, der Gemeinde, zustehen, schon weil sie ohne dasselbe zu befürchten hätte, für Betriebsstörungen und Schäden der häuslichen (privaten) Anlage beansprucht zu werden.

Als klare Trennungsstelle zwischen demjenigen Teil der Anlage, wofür die Gemeinde, und demjenigen, wofür der Eigentümer aufzukommen hat, ist unter XVI. der Ort der Rückstauklappe bezeichnet worden. Wo keine Rückstauklappe vorkommt, wird man eine andere, möglichst nahe der

Straßengrenze liegende Stelle der Leitung mit einem Eingang versehen und hier einen Kasten oder Schacht anordnen, der in Berlin die Bezeichnung „Inspektionsgrube“ führt.

Die Eigentümer müssen gehalten sein, das zur polizeilichen oder gemeindlichen Prüfung einer Leitung erforderliche Wasser ohne Anspruch auf Entgelt herzugeben.

Eine Frage, die je nach den Besonderheiten des Falles zu entscheiden ist, ist die, ob, wenn Kanalisation eingerichtet ist, die Einwohner der Stadt durch Ortsstatut oder Polizeiverordnung zum Anschluß ihrer Grundstücke angehalten werden sollen oder nicht? Hierzu folgendes:

In der Regel wird das eigene Interesse genügend sein, die Eigentümer zum Anschluß zu veranlassen; besonders gilt dies dann, wenn der Anschluß nicht die Verpflichtung zur Entrichtung einer hohen, laufenden Abgabe nach sich zieht. Immerhin verbleibt die Möglichkeit, daß einzelne Eigentümer, sei es der Kosten wegen, sei es aus bloßer Widerspenstigkeit, sich ablehnend verhalten. Wo mit dieser Möglichkeit auch nur mit Bezug auf einen geringen Bruchteil der Bevölkerung zu rechnen ist, muß Zwang angewendet werden, weil die gesundheitlichen Schäden, die aus der Ablehnung entstehen können, nicht auf den betreffenden Eigentümer beschränkt bleiben, sondern vielleicht auch Andere treffen. Es empfiehlt sich dann, die Ingebrauchnahme von Neubauten und größeren Um- sowie Ergänzungsbauten von dem zuvorigen Anschluß an die Kanalisationsanlage abhängig zu machen, und für alle bestehenden Gebäude eine Frist bis zu 3 (höchstens 5) Jahren für den Anschluß festzusetzen. Dabei können für einzelne, in besonders ungünstiger Lage befindliche Grundstücke — besonders kleine Einzelhäuser — Ausnahmen gerechtfertigt sein.

Baumeister, *Normale Bauordnung*, 1880.
v. Gruber, *Anhaltspunkte f. d. Verfassung neuer Bauordnungen*, 1893.
Bargum, *Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg*, 1892.
Jäschke, *Die preußischen Polizeigesetze.*
Statut XXXI betr. die Baupolizeiordnung für die Stadtgemeinde Oldenburg, 1890.
Regulations of the Town Council of Aberdeen, regarding plans of new buildings and the mode of executing the drainage and ventilation of houses, 1893.
Lent, *Köln. Festschr. f. d. Mitglieder und Teilnehmer der* 61. *Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte*, 1888.
Hobrecht, *Die Kanalisation von Berlin*, 1884.
Brix, *Die Kanalisation von Wiesbaden*, 1887.
Gerhard, *Anlage von Hausentwässerungen*, 1880.
Gerhard, *House drainage and sanitary plumbing*, *Providence* 1882.
Gerhard, *Drainage and sewerage of dwellings*, *New York* 1884.
Gerhard, *Sanitary drainage of tenement houses*, *Hartford* 1884.
Gerhard, *The disposal of household wastes*, *New York* 1891.
Gerhard, *Die Hauskanalisation in der Deutsch. bautechn Taschenbibliothek*, 1885.
Linse, *Ueber Hauskanalisation*, *mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Aachen*, *Aachen* 1881.
Die Hausentwässerung unter besonderer Berücksichtigung der für die Stadt Köln giltigen Verordnungen, herausgeg. vom Archit.- u. Ingen.-Ver. f. Niederrhein u. Westphalen, *Köln* 1887.
Vogel, *Die Anlage der Hausentwässerungen in Hannover*, *Linden*, 1893.
Koch, *Die Be- und Entwässerungsanlagen der Grundstücke von Berlin*, *Berlin* 1878.
Knauff, *Entwurf zu einem Normalstatut für Hausentwässerungen; „Der Rohrleger“*, 1880.
Knauff, *Die Hauskanalisation in ihrer praktischen Ausführung mit Hinblick auf die für Berlin geltenden maßgebenden Bestimmungen u. s. w.*, *Berlin* 1879.
Knauff, *Entwässerung und Reinig. d. Gebäude im Handb. d. Archit.* (1891) 3. *Teil* 5. *Bd.*

Janke, *Die Schwemmkanalisation und die Anschlüsse der Grundstücke an dieselbe*, *Berlin* 1879.
Assmann, *Die Be- und Entwässerung von Grundstücken*, 1893.
Waring, *The sanitary drainage of houses and towns*, *Boston* 1889.
P. Teale, *Lebensgefahr im eigenen Hause; aus dem Englischen übersetzt von I. K. H. der Prinzeß* Christian v. Schlesw.-Holst., *bearb. v.* Wansleben, 1886.
Lüftung der Hausleitungen in The Builder (1876); *daselbst über Hausentwässerung*, (1880); *Beiträge von* Rogers Field *u.* Corfield; *desgl. daselbst über Mängel von Hausentwässerungen und ihre Folgen*, 1876 *u.* 1879; *über denselben Gegenstand in The Engineer* (1879 *u.* 1880).
v. d. Hude *u.* Hennicke, *Entwässerung des Centralhotels in Berlin in der Zeitschr. f. Bauw.* (1881).
Peters, *Die Kanalisationsanlagen des Central-Viehmarktes und -Schlachthofes zu Berlin im Wochenbl. f. Arch. u. Ingen.* (1881 *u.* 1882).
Renk, *Die Kanalgase, deren hygien. Bedeut. u. techn. Behdlg.*, 1889.
E. Putzeys, *L'hygiène dans les constructions des habitations privées*, *Paris et Liège*.
Bayley-Denton, *Handbook of house sanitation*, *London* 1882.
Stevens-Hellyer, *Traité pratique de la salubrité des maisons, traduit de l' anglais par* Poupard ainé, *Paris* 1889.
Barde, *Salubrité des habitations et hygiène des villes*, *Genf* 1891.
Clarke, *Plumbing practice*, *London* 1891.

XVII. Unterhaltung und Betrieb von Kanalisationen.

1. Unterhaltung.

Soll eine Kanalisation ihren Zweck vollkommen erfüllen, so muß der Bauzustand der Kanäle und aller Nebenbestandteile der Anlage fortdauernd ein tadelloser sein. Da unter der vereinigten, bez. abwechselnden Wirkung von Feuchtigkeit, Sauerstoff, Kohlensäure, Ammoniak und noch anderer Gase die Baustoffe der Kanäle stark angegriffen werden, ist eine sorgfältige Ueberwachung derselben und Beseitigung jedes kleinen Mangels, bevor derselbe einen größeren Umfang erreicht, durchaus notwendig. Es sind daher z. B. die Schäden an einzelnen Steinen, an dem Mörtelverstrich der Fugen, oder am Mörtelputz des Mauerwerks immer sogleich nach dem Bekanntwerden auszubessern, und ebenso ist der Anstrich der verschiedenen Eisenteile der häufigen Erneuerung zu unterwerfen.

Das Zerbrechen von Röhren, das Undichtwerden von Stößen derselben, das Hineinwachsen von Baumwurzeln in die Leitungen u. s. w. sind Vorkommnisse, welche bei einiger Aufmerksamkeit auf die Anlage bald bemerkt zu werden pflegen, da sie sich in Verzögerung des Abflusses rasch kundgeben. Die zur Abhilfe solcher Schäden sowie anderweitig eingetretener baulicher Mängel können jedoch nicht Gegenstand allgemeiner Betrachtungen sein. Es ist jedoch darauf aufmerksam zu machen, daß Veränderungen der Bodenoberfläche die über oder in der Nähe von Entwässerungsleitungen sich ereignen, Anzeichen für Bodenbewegungen sind, die ihren Ursprung gewöhnlich von mangelhafter Ausführung oder von nachträglich eingetretenen Schäden an den Leitungen nehmen. Da sie im ersteren Falle auch die Ursachen von Beschädigungen sein können, ist auf solche Ereignisse immer mit besonderer Sorgfalt Acht zu geben.

2. Betrieb.

Der Betrieb eines Kanalnetzes umfaßt alle Leistungen, welche zur Funktionierung aller Teile der Anlage notwendig sind; die wichtigste

Leistung ist die Reinhaltung der Wände der Leitungen. Der Fall, daß die Kanalwände sich ohne fremdes Zuthun allein, als Wirkung des Abflusses der Schmutzwasser — des „eigenen Wassers" — rein erhalten, wird wohl nur sehr selten vorkommen. In der Regel wird fremdes Spülwasser zu Hilfe genommen werden müssen, weil, wenn auch nicht überall, so doch an einzelnen Stellen der Leitungen, z. B. da, wo starkere Gefälle in schwächere übergehen, Ablagerungen auf der Kanalsohle stattfinden, bezw. Schmutz an den Wänden kleben bleibt.

In welchem Umfange und in welchen Zeitabständen Spülungen notwendig sind, kann aber nicht allgemein gesagt werden, da dies sowohl von der Beschaffenheit der Leitungen, als der durchfließenden Abwasser, als von der Häufigkeit und Menge der Regenfälle abhängt. Bei guter Beschaffenheit der Leitungen, reichlicher Regenmenge und einigermaßen gleichförmiger Verteilung desselben auf die Jahresdauer kann Spülung vielleicht während langer Perioden entbehrlich, unter umgekehrten Verhältnissen auch sehr oft notwendig sein. Darnach ist allgemeinen Angaben, wie z. B. solchen, daß für 1 km Kanallänge 1000 bis 2000 cbm Spülwasser oder i. M. 1500 cbm notwendig seien, keine große Bedeutung beizulegen. Wie es Fälle geben kann, wo 100 cbm und selbst noch weniger genügen, kann es auch solche geben, daß 2000 cbm noch unzureichend sind, um einen guten Reinheitszustand der Kanäle zu erhalten. In Berlin (wo etwa 1600 cbm Leitungswasser pro 1 km Kanallänge und Jahr gebraucht werden) finden Spülungen jedes Teils der Leitung in Zeitabständen von etwa 12 Tagen statt; es werden dabei die Einsteigeschächte mittels Schlauch aus der Wasserleitung gefüllt, und wenn der Schacht gefüllt, die Verstöpselungen des nach abwärts führenden Teils der Leitung rasch herausgezogen.

Wesentlich bestimmend für das Erfordernis an Spülwasser ist außer dem, was schon oben mitgeteilt wurde, ist die Leistungsfähigkeit der Vorrichtungen zum Auffangen von Sinkstoffen und die Häufigkeit, wie die Art und Weise der Herausschaffung von angesammelten Mengen der Sinkstoffe. (Ueber die speziellen Einrichtungen zur Spülung vergl. unter XIII und XVI.)

Bei sehr großen Kanälen, in denen der Wasserstand stark wechselt, ist außer Spülung zeitweilig auch Waschung mit Bürsten der nicht vom Wasser regelmäßig bedeckten Teile der Kanalwände dann notwendig, wenn ein besonders hoher Grad von Sauberkeit gefordert wird.

Das Entfernen von Ablagerungen aus den Kanälen ist verschieden auszuführen, je nachdem es sich um besteigbare oder enge Leitungen handelt.

In Berlin werden die besteigbaren Kanäle in Zwischenräumen von etwa 20 Tagen gereinigt, die nicht besteigbaren (Rohr)-Kanäle, je nach ihren Besonderheiten, in Zeitabständen, welche teils kürzer, meist aber länger als 20 Tage sind. Das Verfahren ist wie folgt geordnet:

Von 5 Personen, wovon 4 Arbeiter und der eine Aufseher ist, steigen 2 nebst dem Aufseher in die Leitung hinab; der 3. Arbeiter bleibt an der Oberfläche, um, dem Zuge der Leitung folgend, vor der Kolonne, die sich in der Leitung stromab bewegt, die Deckel der Einsteigeschächte und Lampenlöcher zu öffnen. Der 5. geht zum Sandfang an der Pumpstation, um hier das Gitter von den zutreibenden Papier- und anderen groben Resten beständig frei zu halten. In der Leitung nimmt der Aufseher die Führung und rührt mit seinen Stiefeln die Ablagerungen auf; der ihm folgende Arbeiter schiebt mittels einer hölzernen Schaufel die-

selben vorwärts, während der hinterste Arbeiter mit Besen die Sohle rein fegt.

Wo Sandablagerungen von einiger Bedeutung in den besteigbaren Kanälen stattfinden, wird dieser so entfernt, daß 7 Arbeiter zusammentreten, von denen einer den Sand (wenn die Schicht bis etwa zu 15 cm Höhe angewachsen ist) in bereitstehende Eimer von etwa 25 l Fassung schaufelt. Je 2 Arbeiter tragen den auf eine Stange gehängten Eimer zu den beiden nächsten Einsteigeschächten, an deren jedem 1 Arbeiter zum Hochheben der Eimer und Ausschütten derselben angestellt ist. Diese Arbeit wird während der Nachtzeit ausgeführt.

Mit den regelmäßigen Spülungen wird eine Reinigung der Einsteigeschächte in der Weise verbunden, daß während des Wasserdurchlaufes ein Arbeiter die auf der Schachtsohle abgelagerten Sinkstoffe aufwühlt und dieselben so zum Forttreiben bringt; desgleichen werden bei dieser Gelegenheit auch die unter den Schachtdeckeln in Trichtern aufgefangenen Schmutzteile entfernt.

Was die Reinigung von unbesteigbaren Rohrkanälen betrifft, so wird diese in Berlin wie folgt ausgeführt: An einer eingeölten dünnen Schnur läßt man einen leichten Schwimmer (Kork) durch das betreffende Leitungsstück treiben, indem man mittels eines Schlauches reines Wasser aus der Wasserleitung zuführt. Am oberen Ende der Schnur wird ein Tau befestigt, an dessen unteres Ende eine cylinderförmige Bürste (aus Piassava-Borsten) eingeknotet ist; das untere Tau wird mittels der dünnen Schnur durch die Leitung gezogen. Indem auch an das zweite Ende der Bürste ein Tau geknotet ist, kann die Bürste in beiden Richtungen durch das betr. Leitungsstück geführt werden. Man beginnt, damit die Bürste nicht stecken bleibe, mit einem kleinen Durchmesser derselben und führt erst später die dem Rohrdurchmesser genauer entsprechende Cylinderbürste in die Leitung ein. Die Fortführung des von der Bürste erfaßten Schmutzes geschieht durch eingelassenes Spülwasser.

Neuerdings findet in Berlin die Reinigung von Rohrkanälen auch mittels des S. 229 beschriebenen Schildes statt, welcher mit Kugeln versehen ist, die demselben nicht nur zur Führung dienen, sondern auch den Zweck haben, stattgefundene Ablagerungen aufzuwühlen oder zu lockern.

Verstopfungen von Rohrkanälen lassen sich zuweilen durch Einführung eines eisernen Gestänges, das aus kurzen Längenteilen zusammengeschraubt wird, beseitigen; das Ende des Gestänges wird mit einem Schneidewerkzeug oder Widerhaken ausgestattet.

Die Räumungsarbeiten der Gullies bieten keine Besonderheiten; nur ist zu bemerken, das schon, um neue Verstopfungen zu verhüten, die Hofgullies einer sehr häufigen Reinigung bedürfen.

Von Wichtigkeit ist noch die Entfernungsweise und der schließliche Verbleib der aus den Kanälen entfernten Sinkstoffmengen u. s. w. Da die Massen regelmäßig mit Fäulnisstoffen stark beladen sind, auch Infektionskeime enthalten können, muß der Transport in gut verschlossenen Gefäßen erfolgen, welche zur Zeit von Epidemien häufig zu desinfizieren sind. Die Abladestelle ist mit besonderer Sorgfalt auszuwählen und zu überwachen. Am besten würde die Verbrennung der Stoffe sein, welcher Beseitigungsmodus für Papier- und Zeugreste, die aus den Kanälen u. s. w. entfernt sind, eine ganz besondere Empfehlung verdient. Vgl. hierüber dieses Handbuch Bd. II, Abt. II in E. Richter: Straßenhygiene.

3. Schutz der im Kanalisationsbetriebe beschäftigten Arbeiter.

Die gesundheitlichen Gefahren für die in Kanälen beschäftigten Arbeiter werden leicht überschätzt; es sind auch oft Kanalgase für Unglücksfälle verantwortlich gemacht worden, an welchen jene unbeteiligt waren; es kann hierzu auf S. 230 verwiesen werden.

Kohlensäure und Ammoniak werden in rationell angelegten und betriebenen Kanälen wohl nicht leicht in solchen Mengen vorkommen, daß daraus besondere Gefahren für die Kanalarbeiter sich ergäben; beinahe harmlos sind auch wohl Kohlenwasserstoffgase, wenn dieselben nicht etwa geeignet wären, beim Umgehen mit Licht in den Kanälen Explosionsgefahren herbeizuführen Bleibt also der Schwefelwasserstoff, der freilich schon in sehr geringen Anteilen gefährlich sein kann.

Lehmann*) glaubt, daß der Anteil von 0,7–0,8 ‰ SH_2 in der Luft bei einem Aufenthalt von mehreren Stunden lebensgefährlich sei, 1,0–1,2 ‰ tödlichen Ausgang herbeiführe, und daß das Einatmen geringer Mengen auch chronische Krankheitszustände bewirken könne. Wenn nun Gaultier de Chaubry in einem Falle in einem Kanale die Zusammensetzung der Luft wie folgt gefunden hat:

O = 13,79 p. Ct.
N = 81,21 „ „
CO_2 = 2,01 „ „
SH_2 = 2,99 „ „

so könnte daraus vielleicht eine sehr hohe Gefährlichkeit von Kanalluft für die Arbeiter gefolgert werden. Doch ist wohl anzunehmen, daß es sich hier um einen ganz vereinzelten Fall handelte, der nur auf sehr arge Nachlässigkeiten in der Kanalanlage oder im Betriebe derselben schließen läßt. Denn die Erfahrung zeigt, daß in gut angelegten und gelüfteten Kanälen die Arbeiter weder plötzlich eintretenden noch schleichenden Gefahren in wahrnehmbarem Umfange ausgesetzt sind. Man bemerkt nur, daß dieselben bei monatelanger Thätigkeit etwas schlaff werden, eine Thatsache, die aber wenigstens zum Teil durch die lange Entbehrung des Sonnenlichtes, sowie durch den Aufenthalt in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft erklärt werden kann. Es genügt jedenfalls, daß von Zeit zu Zeit eine Auswechselung (1–2 mal im Jahre) stattfindet, ein Vorgang, welcher selbst bei den Kanalisationsanlagen geringen Umfangs leicht verwirklichungsfähig ist, weil es sich auch hier um die dauernde Beschäftigung mehrerer Arbeiter handelt.

Der Gesundheit der Kanalarbeiter kommt es jedenfalls zu gute, daß ihnen die Kleidung von der Verwaltung geliefert wird, weil nur dadurch Sicherheit für dauernde und gute Instandhaltung und Zweckmäßigkeit zu schaffen ist.

Eine Vorsichtsmaßregel, welche die Kanalarbeiter immer zu beobachten haben, besteht darin, daß zwischen dem Oeffnen eines Zuganges und dem Eintreten der Arbeiter in die Tiefe immer erst ein gewisser Zeitraum verfließen muß; auch empfiehlt es sich sehr, nicht nur einen Eingang, sondern auch den benachbart liegenden gleichzeitig zu öffnen. Ist ein Eingang während längerer Dauer nicht geöffnet worden, so wird zweckmäßig durch gewaltsame Bewegung der Luft in der Tiefe, etwa

*) Viertelj. f. gerichtl. Med., 3. Folge, 5. Bd., 2. Heft, 1893.

durch Einführung eines Wasserschlauches oder durch Entzünden von etwas Flackerfeuer u. s. w. für Luftwechsel gesorgt, bevor die Arbeiter den Schacht betreten.

XVIII. Summarische Angaben über Kosten.

1. Kosten der Straßenkanäle.

Da die Anlagekosten von Städtekanalisationen direkt von der Straßenlänge abhängen, so werden Städte mit einem dichten Netz schmaler Straßen die größten Anlagekosten haben. Haben die Straßen eine etwas größere Breite, so beeinflußt diese die Kosten der Kanalisation in doppelter Weise: a) weil die Menge der aufzunehmenden Regenwasser wächst, und b) weil vielleicht anstatt eines zwei Kanäle in jeder Straße, oder doch in einer Anzahl derselben gelegt werden müssen. Es können daher in Orten mit breiten Straßen, also weitläufiger Bebauung, die auf 1 ha Gebietsgröße entfallenden Kosten ebenso groß sein als in Orten mit engen Straßen und dichter Lage derselben. Besonderen Einfluß auf die Baukosten üben dann noch in wechselndem Maße folgende Faktoren: Die Tiefenlage der Kanäle und insbesondere des Grundwasserstandes, die Bodenbeschaffenheit (ob leicht oder schwer zu bearbeiten), die Regenwassermengen, welche aufgenommen werden; das Vorkommen offener Gewässer, welche die Anlage von Regenüberfällen begünstigen, aber auch durch viele erforderlichen Kreuzungen den Bau verteuern können; endlich die Größe des Stadtgebiets und dessen orographische Beschaffenheit, letztere insofern, als in einem großen, flach liegenden Gelände die Länge der zur Besteigbarkeit einzurichtenden Kanäle vergleichsweise groß werden kann, während diese Länge bei kleinem Gebiet mit ausgesprochenem Gefälle nur gering zu sein braucht. Endlich können die Baukosten von der Beschaffenheit des „zur Hand" befindlichen Baumaterials sowie von der Verkehrsgröße in den Straßen beeinflußt werden, von letzterer insofern, als man bloß aus Rücksicht auf Vermeidung von Verkehrsstörungen gezwungen sein kann, anstatt eines, zwei Kanäle in einer Straße anzuordnen.

Den Fall, daß grundsätzlich von der Anlage unbesteigbarer Kanäle abgesehen wird und nur Kanäle großen Kalibers zugelassen werden, ganz außer Betracht lassend und ebenso den anderen, daß hier und da alte Kanäle in das neue Netz einbezogen werden, ersieht sich aus dem Vorstehenden, daß allen summarischen Kostenangaben, bezogen sowohl auf die Flächengröße des Entwässerungsgebiets als auf die Länge der Kanäle, große Unbestimmtheiten anhaften müssen, und dieselben nur als ganz allgemeine Anhaltspunkte gebrauchsfähig sind.

Noch größere Unbestimmtheiten aber stellen sich ein, wenn die Kostenangabe auf den Kopf der Bevölkerung bezogen wird. Hierbei kommt zunächst die Bevölkerungsdichte in Betracht, welche in sehr weiten Grenzen schwankt. Bei der Bebauung mit Einzelwohnhäusern kann die auf 1 m Straßenlänge (oder 1 bezw. 2 m Kanallänge) entfallende Kopfzahl der Bevölkerung auf 1 herabgehen, während sie bei Bebauung mit großen Miethäusern, die sich tief in die Grundstücke hinein erstrecken, vielleicht bis auf 10 steigen kann. Entsprechend könnten die auf den Kopf der Bevölkerung

treffenden Kosten zwischen 10 und 1 wechseln, wenn für diese Kosten die von den Kanälen abzuführenden Wassermengen pro Kopf überall annähernd dieselben wären, was — nach III — jedoch längst nicht der Fall ist. In Wirklichkeit müssen aus diesem und einer Reihe anderer Gründe die auf den Kopf der Stadtbewohnerschaft entfallenden Kanallängen und Kosten in engeren Grenzen als die Bewohnungsdichte schwanken; sie scheinen etwa zwischen 1 und 2 zu wechseln.

Der auf den Kopf der Bevölkerung bezogene Einheitssatz ist auch noch insofern mit einer gewissen Unbestimmtheit behaftet, als die Bevölkerungszahl veränderlich ist. Dieselbe kann von dem Zeitpunkt an, wo die Kanalisation angelegt wurde, sehr erheblich zunehmen, ohne daß aber die Anlage einer Erweiterung bedarf; es kann daher auch zwischen dem Minimum und dem Maximum der auf 1 Kopf bezogenen Kosten aus diesem Grunde ein weiter Abstand liegen. Oder mit anderen Worten: die Kosten, auf die zur Zeit der Anlage vorhandene, oder auf eine spätere größere Bevölkerungszahl bezogen, können einen großen Unterschied aufweisen.

In Frankfurt a. M. betragen die Kosten der Kanalisation etwa 65 M., ähnlich in Mainz; in Breslau nur 20 M., alles pro Kopf. Erstere Zahl ist sehr hoch, was sich zum Teil aus der besonders tiefen Lage der Kanäle in den beiden erstgenannten Städten erklärt (vergl. S. 189); die Zahl für Breslau ist gering. Für deutsche Mittelstädte stellen sich die Kosten auf etwa 40—50 M., wie die nachfolgende Tabelle erkennen läßt.

Städte	Kanallänge (m)		Baukosten M.		
	für 1 Kopf	für 1 ar	für 1 Kopf	für 1 m	für 1 ar
Augsburg	0,7	1,80	35	50	90
Berlin	0,5	1,50	40	68	100
Breslau	0,4	1,30	20	50	70
Danzig	0,5	0,80	25	50	40
Frankfurt	0,9	1,60	63	70	110
Hamburg	0,5	0,67	38	75	50
Karlsruhe	0,8	1,60	44	55	90
Linz	0,45	1,10	25	55	60
München	0,75	1,50	50	67	100
Stralsund	0,5	2,10	15	28	60
London	0,85	1,40	68	80	110
Liverpool	0,75	1,90	67	90	170
Paris	0,3	0,90	40	134	120
Mainz	0,3	—	24	68	—

In kleinen Städten können, wenn Thonrohre ausreichend und gemauerte Kanäle gar nicht oder nur in beschränktem Umfange notwendig sind, die Kosten pro Kopf auf 15 M. herabgehen. Der hohe Satz der Kosten pro 1 m Kanal, den die Tabelle für Paris enthält, erklärt sich aus den besonders großen Profilen, welche dort verwendet werden; anderen Auffälligkeiten der Tabelle liegen sonstige Ursachen (z. B. ob Pumpwerke, zahlreiche Dükeranlagen, lange Regenüberfall-Leitungen bestehen und Anderes) zu Grunde.

Bei der Berliner Kanalisation ergeben sich folgende (mit Rücksicht auf die Zunahme der Bevölkerung ermittelten) Zahlen (M. pro Kopf):

Zeitpunkt	Angeschlossene Bevölkerungszahl	Kosten der Kanäle und Pumpen (unter Zurechnung der Kosten der Druckrohre zu den Rieselfeldern)		der Rieselfelder (Erwerbs- und Aptierungskosten)		Ueberhaupt pro Kopf
		insgesamt	pro Kopf der Bevölkerung	insgesamt	pro Kopf der Bevölkerung	
1. April 1887	1 147 000	50 541 526	44,1	21 507 180	18,8	63,1
„ „ 1893	1 552 000	66 744 428	43,0	30 119 256	19,45	62,4

Was die Kosten von einzelnen Bestandteilen von Kanalisationsanlagen betrifft, so mögen darüber folgende kurzen, ebenfalls summarisch gehaltenen Mitteilungen gemacht werden:

Thonröhrenkanäle in den Weiten von 21—63 cm kosteten in Berlin, 1 m:

21 cm 14 M. | 30 cm 18 M. | 40 cm 26 M. | 50 cm 37 M. | 63 cm 60 M.

Diese Preise sind aus örtlichen Gründen hoch; anderweitig haben sich solche zu nur 50—66 Proz. der obigen herausgestellt.

Kreisförmige Betonkanäle sind in den kleinen Weiten etwas billiger als Kanäle aus glasierten Thonrohren: bei den größeren fällt (infolge des höheren Gewichts) der Preisunterschied fort.

Gemauerte, eiförmige Kanäle bei Weiten von 0,9—1,9 m kosteten in Berlin, 1 m:

0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	m Weite
60—140	80—160	100—185	120—210	135—245	145—285	M.

Die weit auseinander liegenden Grenzen, innerhalb deren diese Zahlen schwanken, erklären sich aus der wechselnden Tiefenlage der Kanäle und den Grundwasserverhältnissen, d. h. aus dem Umstande, ob die Wasserschöpfarbeiten und die Arbeiten zur Abstützung der Baugrubenwände keine oder besonders hohe Kosten erforderten.

Eiförmige Kanäle aus Beton kosteten in Dresden, 1 m:

0,45	0,53	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,50	m Weite
19—26	22—29	25—33	33—38	40—49	49—62	58—70	72—85	M.

Einsteigeschächte von 1 m Weite, 1,5 m Tiefe kosten mit der Abdeckung etwa 125 M. Bei 1,5 m Weite und 3 m Tiefe erhöhen sich die Kosten bis auf etwa 225 und selbst 250 M.

Nur wenig niedriger stellen sich die Kosten von gemauerten Straßeneinlässen, während solche aus Beton nur etwa die Hälfte jener Kosten oder etwas mehr verursachen.

Bei der Berliner Kanalisation entfällt:

1 Einsteigeschacht auf 84 m Kanallänge
1 Gully „ 50 „ „

Auf je 370 m Kanallänge entfällt 1 Lampenloch (Mannloch).

Bei fast allen Bestandteilen einer Kanalisation sind die Nebenkosten, wie etwa Erdarbeiten, Wasserschöpfen, Straßenpflaster-Aufbruch und -Wiederherstellung, von sehr hohem Belang und die eigentlichen Materialkosten fast untergeordnet. Beständen nicht schon andere durchschlagende Gründe, so würde es auch dieserwegen rationell

sein, zu Kanalisationszwecken nur Material bester Qualität zu verwenden, entsprechend auch auf die beste Ausführungsweise zu halten.

2. Hausentwässerungskosten.

Die Kosten einer Hausentwässerungsanlage sind ähnlich unbestimmt wie diejenigen der Straßenkanäle. Sie werden in kleinen Einzelhäusern pro Kopf der Bewohnerschaft viel höher sein als in großen Miethäusern. Für erstere können sie sich bis auf 80 M. pro Kopf belaufen, bei großen Miethäusern bis auf 20 M. heruntergehen. Die besonders große Weite der Grenzen erklärt sich hier teilweise mit Rücksicht auf große Wechsel in der Qualität und Ausführungsweise.

Eine etwas nähere Uebereinstimmung besteht nur in Bezug auf die Kosten der Außenleitungen, die man zu 5—15 M. für 1 m annehmen kann.

3. Unterhaltungs- und Betriebskosten von Städte-Kanalisationen.

Zwischen dem, was „Unterhaltung" und dem, was „Betrieb" ist, läßt sich bei Stadtkanalisationen eine strenge Grenze nicht ziehen, indem bei derselben Leistungen vorkommen, welche ebensowohl der Unterhaltung als dem Betriebe zugerechnet werden können.

Die Kosten sind sehr von der Kapazität des Kanalnetzes, von der Beschaffenheit sowohl der baulichen Ausführung als den Wassern, die in den Kanälen fließen, von der Sorgfalt, mit welcher Unterhaltung und Betrieb geführt werden, als von noch anderweiten Faktoren, namentlich dem Umfange der Anlage abhängig. Die bisher über diese Seite des Gegenstandes gesammelten Erfahrungen sind noch relativ kurz und auch nur wenige Zahlen hisher der Oeffentlichkeit übergeben worden.

Unter diesem Vorbehalt werden nachstehend nur einige wenige, etwas eingehender gegliederte Zahlen mitgeteilt, die der Oeffentlichkeit in den Verwaltungsberichten des Magistrates von Berlin vorliegen:

Die Zahlen haben sich in dem 3-jährigen Zeitraume 1890—93 als durchschnittlichr ergeben. Die Kosten sind für die Kanäle und den Betrieb der Pumpstationen und der Druckrohre in „sächliche" und „persönliche" getrennt; zwischen Betriebs- und Unterhaltungskosten aber ist nicht unterschieden. Unter den „sächlichen Kosten" sind die Ausgaben für bauliche Unterhaltung, Spülgerätschaften und Spülwasser, für Schmiermittel, Farben, Anzüge der Arbeiter u. s. w. verstanden, unter den „persönlichen Kosten" die Beamtengehälter und Löhne der Arbeiter.

Zahl der angeschlossenen Grundstücke	20 851	
Bewohnerzahl derselben	1 446 057	
Jahres-Wasserförderung durch die Pumpwerke	56 929 582	cbm
„ „ „ „ „ pro Grundstück	2730.3	„
Tägliche „ „ „ „ „ „	7.48	„
Jahres- „ „ „ „ „ Kopf	39 37	„
Tägliche „ „ „ „ „ „	0.108	„
Länge der Kanäle aller Art	745 500	m

	Es treffen Kosten (Pfennig) auf:					
	1. 1 Kopf der Bevölkerung.		2. 1 m Kanallänge.		3. 1 cbm von den Pumpen gefördertes Wasser.	
	durchschnittl.	Max. u. Min.	durchschnittl.	Max. u. Min.	durchschnittl.	Max. u. Min.
		a) bei den Kanälen:				
Sächliche	4,41		8,82		0,11	
Persönliche	11,98		23,96		0,30	
	16,39	11,63—27,63	32,78	23,27— 55,15	0,41	0,34—0,85
		b) bei dem Pumpenbetriebe:				
Sächliche	30,30		60,60		0,77	
Persönliche	12,47		24,94		0,33	
	42,77	32,00—56,57	85,54	63,99— 99,05	1,10	0,94—1,71
Insgesamt:	59,16	43,63—84,20	118,32	87,26—154,20	1,51	1,29—2,56

Schon die in der Tabelle beigefügten Grenzwerte (welche sich für einzelne Radialsysteme ergeben haben) lassen erkennen, daß die mitgeteilten Durchschnittszahlen zur unmittelbaren Uebertragung auf andere Anlagen nicht geeignet, sondern nur als allgemeine Anhaltspunkte verwendbar sind. Doch sind die Kosten des Pumpenbetriebes in Berlin im allgemeinen hoch, weil die Hubhöhe des Wassers über 20 m beträgt und, bei der Länge der Druckrohrleitungen (von 10 bis 14 km), die zusätzliche Reibungshöhe sich ebenfalls zu 20 m und darüber berechnet.

Aus den S. 288 mitgeteilten Baukosten der Kanäle und Pumpen und den in der Tabelle enthaltenen Unterhaltungs- und Betriebskosten der Kanalisationswerke in Berlin lassen sich leicht die Gesamtkosten ermitteln, welche die Kanalisation der Einwohnerschaft Berlins jährlich verursacht.

Es müssen die Baukosten der Kanäle nicht nur verzinst, sondern auch getilgt werden, weil innerhalb eines gewissen absehbaren Zeitraumes eine vollständige Erneuerung vor sich gehen wird. Hingegen brauchen die Kosten für den Ankauf der Rieselfelder nur verzinst, aber nicht getilgt zu werden, weil deren Wert dauernd erhalten bleibt, wahrscheinlich sogar noch steigt. Nur für den auf die Aptierung der Felder verwendeten Kostenbetrag könnte vielleicht die Einsetzung einer Tilgungsquote notwendig sein. Sieht man, wie es zulässig erscheint, hiervon ab und wird, wie es nach den bisherigen Erfahrungen durchaus gestattet ist, die Voraussetzung gemacht, daß die Kosten des Betriebes der Rieselfelder durch den Ertrag derselben Deckung finden, so stellt sich die Rechnung folgendermaßen:

Verzinsung und Tilgung von 43,0 M. Baukosten der Kanäle und Pumpwerke (berechnet auf das Jahr 1893) zu 3,5 und 0,5 Proz. . . .	1,72	M.
Verzinsung der Ankaufs- und Aptierungskosten der Rieselfelder von 19,45 M. zu 3,5 Proz. wie vor	0,68	„
Hierzu die in der obigen Tabelle berechneten Unterhaltungs- und Betriebskosten der Kanäle und Pumpwerke	0,59	„
Ergiebt als Gesamtkosten pro Jahr und Kopf der Bevölkerung	2,99 rd. 3,00	M.

Da nach der obigen Tabelle die Kosten des Pumpen-Betriebes pro Jahr und Kopf	0,4277 M.
und, wie oben berechnet, die Verzinsung des in den Rieselfeldern steckenden Kapitals	0,6807 „
betragen, so ergeben sich als Kosten pro Kopf und Jahr, welche die Pumpen-Förderung und Reinigung der Abwasser erfordert	1,108 M.
Hierin ist aber noch nicht die Verzinsung und Tilgung derjenigen Kosten enthalten, welche der Bau der Pumpwerke erfordert hat. Nimmt man diesen Betrag, annähernd richtig, zu 10 M. pro Kopf, also Verzinsung und Tilgung zu 0,40 M an, so ergeben sich als Kosten der Förderung und Reinigung der Abwasser in Berlin pro Kopf und Jahr rund	1,50 „
Und es verbleiben demnach als Unterhaltungs- und Betriebskosten des Kanalnetzes, gleichfalls rund	1,50 „

Was noch ein paar andere Städte betrifft, so wechseln (nach Angaben vom Baumeister) die Jahreskosten (abgesehen von Verzinsung und Tilgung des Baukapitals) des Kanalbetriebes pro Kopf in 9 Städten zwischen 14 und 70 Pf.; die Kosten, von 16,39 Pf., in Berlin bewegen sich daher nahe an der unteren Grenze.

Der Pumpenbetrieb allein erfordert in Breslau 13 Pf. pro Kopf und Jahr, ein geringer Betrag, der sich teils aus der sehr geringen Förderhöhe des Wassers, teilweise auch wohl aus der nur kleinen Wassermenge, welche in Breslau zu fördern ist (vergl. die bezügl. Angaben S. 141 erklärt.

Mittlere Sätze für den Kanalbetrieb scheinen 20—40 Pf. und für den Pumpenbetrieb 30—60 Pf. pro Jahr und Kopf zu sein.

Für Breslau, Danzig und Frankfurt a. M. stellen sich (nach Frühling) die Jahreskosten für Betrieb und Unterhaltung des Kanalnetzes, der Pumpen und der Druckrohre, ferner Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten:

	Breslau	Danzig	Frankfurt a. M.
	1,14 M.	1,10 M.	2,75 M.
dazu Verzins. u. Tilg. der für die Einricht. der Rieselfelder (bzw. die Kläranlagen) gemachten Ausgaben:	„ 0,17 „	„ 0,057 „	„ 1,00 „

Die in der zweiten Reihe für Breslau angegebenen Kosten (Verzinsung der für die Rieselfelder gemachten Ankaufs- und Aptierungskosten, abzüglich der Erträge der Rieselfelder) sind wahrscheinlich etwas zu hoch; doch kann das Plus nur sehr gering sein. Bei den Kostenangaben für Danzig handelt es sich nur um Verzinsung und Tilgung der für Aptierung der Rieselfelder aufgewendeten Kosten, bei Frankfurt a. M. um Ausgaben für die Klärung der Abwasser, auch Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals.

Es entfallen nach obigen an Jahreskosten der Kanalisation pro Kopf der Bevölkerung:

in Danzig	1,16 M.	in Berlin . . .	3,00 M.
„ Breslau	1,31 „	„ Frankfurt a. M.	3,75 „

4. Kostentragung.

Für diese muß der Grundsatz aufgestellt werden, daß die Kanalisation eine Einrichtung ist, die der gesamten Stadtbewohnerschaft im gleichen Maße zu gute kommt. Die Konsequenz dieses Satzes: daß alle dem Gemeindegebiet angehörenden Personen auch in gleichem Maße zu den Kosten heranzuziehen sein würden, erleidet aber wegen ungleicher Leistungsfähigkeit der einzelnen Be-

wohner, wie auch durch die notwendige Berücksichtigung zeitlicher Verhältnisse, Modifikationen. Prinzipiell richtig ist es daher, alle Ausgaben — einmalige Anlagekosten sowohl als dauernde Betriebs- u. s. w. -Kosten — nach Maßgabe der persönlichen Steuerfähigkeit der Einzelnen auf die Stadtbewohnerschaft zu verteilen. Es kommt aber, was die einmaligen Anlagekosten anbetrifft, in Betracht, daß die Anlage nicht nur für die Gegenwart, sondern für eine lange Dauer und so groß ausgeführt wird, daß sie über das Bedürfnis der Gegenwart mehr oder weniger weit hinausgeht. Danach ist es richtig, nicht die Gegenwart mit der einmaligen Ausgabe zu belasten, sondern einen großen Teil derselben auf die Zukunft überzuwälzen. Es kann von der Gegenwart nur verlangt werden, daß sie Bezahlung für den mit der Anlage unmittelbar eintretenden Nutzen, das Wort im weitesten Sinne genommen, leiste. Da aber der Nutzen sich am bestimmtesten in einer Preissteigerung der Grund- und Gebäudewerte ausdrückt, so ist die Verteilung der verbleibenden Auflage auf den Grund- und Gebäudebesitz das Richtige. Ob dabei nun der Nutzungswert (der in den staatlichen oder städtischen Abgaben vielleicht am richtigsten zum Ausdruck kommt) oder die Frontlänge der Grundstücke als Maßstab anzunehmen sei, ist nur im Einzelfalle zutreffend zu entscheiden. Es mag aber bemerkt werden, daß der Maßstab der Frontlänge oft ungerecht sein wird, z. B. bei ungünstig geformten Eckgrundstücken, ferner bei großer Tiefe der Bebauung der Grundstücke, wenn daneben Grundstücke von geringer Tiefe vorkommen, endlich da, wo gemischte Bebauung, d. h. Einzelwohnhausbau, mit großem Mietswohnhausbau untermischt, besteht. Am richtigsten würde Verteilung der Kosten etwa nach der Ausnutzungsfähigkeit des Grundstücks für Wohnzwecke, bezw. industrielle Anlagen sein, der sich angenähert in den sogen. Frontflächen der Gebäude ausspricht.

Derjenige Teil der einmaligen Ausgabe, welcher durch die Summe der einmaligen Beiträge der Straßenanwohner nicht gedeckt ist, wird durch eine Anleihe mit langer Tilgungsfrist aufzubringen sein, deren Zinsen u. s. w. auf dem allgemeinen Steuersäckel zu nehmen sind.

Wenn man aber auf Erhebung eines einmaligen Beitrags verzichtet und die gesamten Kosten durch eine Anleihe aufbringt, würde es, um wenigstens ein gewisses Entgelt für den unmittelbaren Nutzen, den die Grund- und Hausbesitzer durch Anlage der Kanalisation realisieren, richtig sein, im Anfang die Tilgungsquote höher zu bemessen, als für die weitere Folgezeit, d. h. die Quote fallend zu normieren und dann den über den Durchschnitt hinaus gehenden Teil den Grundbesitzern als besondere Aufgabe aufzuerlegen.

Auf die laufenden (Jahres-)Beiträge finden die vorstehenden Bemerkungen keine Anwendung. Dieselben sollten nach Maßgabe der Steuerfähigkeit auf die Stadtbewohnerschaft verteilt werden. Geschieht dies nicht, so läßt sich für das abweichende Verfahren allerdings der Grund geltend machen, daß die Besitzer von Grundstücken wohl immer in der Lage sein werden, die Last zum Teil wieder auf die Mieter abzuwälzen. Ein richtigeres Verfahren besteht aber darin, von den Haus- und Grundbesitzern einen gewissen Teil der Kosten vorab zu erheben und den Rest aus dem allgemeinen Stadtsäckel zu decken.

Baumeister, *Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung*, 1890.
Franzius *u.* **Sonne**, *Handb. d. Ingenieurwissensch.* 5. *Aufl.* (1893) 3. *Bd.*
Dobel, *Kanalisation, Anlage und Bau städtischer Abzugskanäle und Hausentwässerungen*, 1886.
Hobrecht, *Die Kanalisation von Berlin*, 1884.
Verwaltungsberichte des Magistrats von Berlin von 1875 *an*

Litteratur des Gesamtgebietes, besonders auf einzelne Anlagen bezügliche.

Franzius *u.* **Sonne**, *Handb. d. Ingenieurwissensch.* 3. *Bd.* 3. *Aufl.* (1893).
B. Latham, *Sanitary Engineering, a guide to the construction of the works of severage and house drainage*, 2. *ed. London & New York* 1878.
Bürkli-Ziegler, *Ueber Anlage städtischer Abzugskanäle und Behandlung der Abfallstoffe aus Städten*, 1866.
Baumeister, *Städtisches Strafsenweeen und Städtereinigung*, 1890.
Baumeister, *The cleaning and severage of cities; severage, sewage disposal and street cleansing, New York* 1891.
Kaftan, *Reinigung und Entwässerung der Städte*, 1880.
Dobel, *Kanalisation, Anlage und Bau städtischer Abzugskanäle und Hausentwässerungen, Stuttgart* 1866.
Knauff, *Allgem. Grundsätze für eine system. Reinig. u. Entwässerung der Städte, Gesundheitsingenieur* (1881).
Knauff, *Die Ableitung des Regenwassers aus Städten, Gesundheitsingenieur* (1882).
Waring, *Entwässerung von Stadt und Land, New York* 1889.
J. W. Adams, *Sewers and drains for populous districts, New York* 1887.
Mitgau, *Die Kanalisation der Stadt Braunschweig*, 1887.
Mitgau, *Bericht über die in Berlin, Amsterdam, Manchester, Croydon und Abingdon eingeführten Systeme der Städtereinigung*, 1880.
Hobrecht, *Die Kanalisation der Stadt Stettin*, 1868.
Hobrecht, *Die Kanalisation von Berlin*, 1884.
Winterhalter, *Zur Kanalisation in München, München* 1880.
Gordon, *Generelles Projekt zur Kanalisation von München* 1876.
Gordon, *The drainage of continental towns, Leicester* 1885.
Gordon, *Kanalisation der Stadt Heilbronn*, 1876.
Gordon, *Erläuterungsbericht zu dem Dispositionsplan über die Anlage von Spülkanälen in Stuttgart*, 1876.
Entwässerung der Stadt Dortmund von **Michaelis** *u.* **Gordon**, 1878, *und von* **Marx** 1883.
Mittermaier, *Reinigung und Entwässerung der Stadt Heidelberg*, 1870.
Wiebe, *Die Reinigung und Entwässerung von Berlin*, 1869.
Wiebe, *Die Reinigung und Entwässerung der Stadt Danzig, unter Mitwirkung von* **Veitmeyer** *bearbeitet*, 1880.
Wiebe, *Wasserleitung, Kanalisation und Rieselfelder von Danzig*, 1877.
Wiebe, *Genereller Entwurf eines Kanalisationssystems zur Reinigung und Entwässerung von Königsberg, Berlin* 1880.
Becker, *Die Kanalisation der Stadt Königsberg*, 1890.
Brix, *Die Kanalisation von Wiesbaden, Wiesbaden* 1887.
Brix, *Bd.* 1 *des Handbuchs von Behring: Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten*, 1894.
Belgrand, *Les travaux souterrains de Paris*, 1875—1883.
Durand-Claye, *Les travaux de l'assainissement de Danzic, Berlin, Breslau, Revue d'hygiène* 1884.
Cunz, *Kanalisation von Karlsbad, Karlsbad* 1887.
Scherpf, *Die Kanalisierung der Stadt Würzburg*, 1867.
Hügel, *Kanalisation und Abfuhr in Würzburg*, 1886.
Vierling, *Zur Kanalisationsfrage in Mainz*, 1879.
Baumeister, *Zur Kanalisationsfrage in Mainz*, 1879.
Agthe, *Bericht über die Vorarbeiten für die systematische Entwässerung und Reinigung der Stadt Riga, Riga* 1886.
Agthe, *Versuch der Beantwortung einiger Fragen, betr. die systematische Reinigung und Entwässerung der Stadt Riga.*
Gruner, *Vorprojekt für die Kanalisation der Stadt Mülhausen i/E.*, 1892.

Aus der zahlreichen Zeitschriften-Litteratur werden hier nur die folgenden, sehr beschränkten Angaben gemacht:

In der Vierteljahrsschr. f. ö. Gesundheitspfl.:

Im Jahrg. 1872 *über die Kanalisation von Bremen; im Jahrg.* 1873 *über die Kanalisationen von Düsseldorf u. Frankfurt a/M.; im Jahrg.* 1874 *über die Entwässe-*

rung der Stadt Witten a. d. R.; im Jahrg. 1880 über die Kanalisation von Brüssel und von Posen; im Jahrg. 1883 über die neuen Abzugskanäle in Paris; in den Jahrg. 1887 u. 1891 über die Kanalisation von Charlottenburg.

Im Gesundheitsingenieur:

Im Jahrg. 1873 über die Kanalisation von Breslau; im Jahrg. 1889 über die Kanalisation von Düsseldorf; im Jahrg. 1889 über die Korrektion des Landgrabens in Karlsruhe; im Jahrg. 1891 über die Kanalisation von Charlottenburg; im Jahrg. 1893 über die Entwässerung von Köln.

Im Centralbl. f. allgemeine Gesundheitspflege betr. Mitteilungen in fast allen Jahrgängen.

In der Deutschen Bauzeitung:

Im Jahrg. 1880 über die Entwässerung von Mainz; im Jahrg. 1885 über die Entwässerung von Bremen und London; im Jahrg. 1887 über die Entwässerung von Szegedin.

In der Zeitschr. f. Bauwesen:

Im Jahrg. 1873 über die Entwässerung der Stadt Witten a. d. R.; im Jahrg. 1890 über die Entwässerung von Königsberg; im Jahrg. 1892 über die Kanalisation von Neapel

Im Centralbl. der Bauverwaltung:

Im Jahrg. 1884 über die neuen Pariser Abzugskanäle; im Jahrg. 1885 über die Kanalisation von Berlin.

In der Zeitschr. d. Archit.- u. Ingen.-Ver. f. Hannover:

Im Jahrg. 1877 über die Entwässerung von Brüssel; in den Jahrg. 1878, 1887 und 1891 über die Kanalisation von Hannover.

In der Wochenschr. d. österr. Ingen.- u. Archit.-Ver.:

Im Jahrg. 1886 über die Entwässerung von Warschau.

In der Schweizerischen Bauzeitung:

Im Jahrg. 1890 über die Entwässerung von Winterthur.

In der Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen.:

Im Jahrg. 1891 über die Entwässerung von Elberfeld.

In den Engineering News 1884 über die Entwässerung von Boston.

In den Transact. of the Americ. Society of Civ. Engin. 1889 über die Entwässerung der Stadt Memphis.

In The Engineer 1873 über die Kanalisation von London.

Generelle Nachrichten über Kanalisationsanlagen enthält zahlreich Bd. III des Berichts über die Allgem. deutsche Ausstellg. auf dem Gebiete der Hygiene u. s. w. Berlin 1882/83, Breslau 1886.

Figuren-Angabe

zum Abschnitt über „Kanalisation".

*Die mit einem * bezeichneten Figuren gehören zum besonderen Abschnitt des Professor Blasius über Trennsysteme.*

Figur No.	Figur Seite	Inhalt der Figur.	Urheber oder Entnahmestelle.
33	218	Deckel zu Einsteigeschächten.	Kanalisation von Charlottenburg.
34	220	Lampenloch.	Baumeister, Städtisches Strafsenwesen u. s. w.
35—38	223	Verschiedene Gullykonstruktionen.	Aus Baumeister, Städtisches Strafsenwesen u. s. w., nach verschiedenen Quellen.
39, 40	223	Gullykonstruktion mit beweglichem Wasserschlufs.	Hobrecht, Kanalisation v. Berlin.
41	224	Desgleichen.	Brix, Kanalisation von Wiesbaden.
42	224	Auffangvorrichtung für Regenrohre.	Hobrecht, Kanalisation v. Berlin.
43	225	Fetttopf, nach Grove.	Musterbuch der Firma.
44, 45	227	Spülschächte.	Brix, Kanalisation von Wiesbaden.
46	228	Spülapparat v. Rogers Field.	Arnould, Nouveaux élémens d'hygiène.
47	251	Kammer-Sandfang.	Original.
48—50	254	Sicherungsmittel gegen den Bruch von Wasserschlüssen.	Baumeister, Städtisch. Strafsenwesen u. s. w.
51—57	256	VerschiedeneAnordnungen von Hausanschlüssen und Lüftung derselben.	Desgl.
58	259	Kugelventil zur Sicherung gegen Rückstau.	Desgl. daher, nach Gerhard.
59	259	Rückstauklappe.	Hobrecht, Kanalisation v. Berlin.
60	261	Desgl. mit Wasserschlufs u. Schlammsack.	Deutsche Bauzeitung.
61	265	Trichter-Klosett.	Deutsches Bauhandbuch II, 1.
62	265	Desgl. für tiefe Lage des Wasserschlusses.	Daselbst.
63	266	Einrichtung zur automatischen Klosettspülung.	Daselbst.
64	266	Klosetttrichter mit Zunge.	Daselbst.
65	266	Becken- (Pan-) Klosett.	Emmerich, Wasserklosett-Anlg.
66	268	Jennings-Klosett.	Deutsches Bauhandbuch II, 1.
67	268	Desgleichen, andere Form.	Emmerich, Wasserklosett-Anlg.
68	268	Washout-Klosett.	Assmann, Be- und Entwässerung von Grundstücken.
69	275	Selbstthätiger Spülapparat für Hausleitungen, mit Heber.	Deutsche Bauzeitung.
70, 71	276	Desgl. desgl. mit Schwimmkugelhahn.	Emmerich, Wasserklosett-Anlg.
72	276	Desgl. für Anschlufsleitungen, von Rothe.	Centralbl. d. Bauverwltg.
73	277	Darstellung einer Hausentwässerung nach Hamburger Vorschrift.	Hamburg und seine Bauten.
1*	169	Schema der Strafsenreservoire und Centralstation nach Liernur.	Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 4. Auflg. S. 358.
2*	169	Abtritt nach Liernur.	Monatsblatt für öff. Gesundheitspfl. 1879, S. 22.
3*	171	Verbindung des Abtritts mit dem Hauptrohr nach Liernur.	Monatsblatt für öff. Gesundheitspfl. 1879, S. 19.
4*	171	Verästelung des Fäkalrohrs in den Häusern und Strafsen, und Verbindung desselben mit Strafsenreservoir und Magistralleitung nach Liernur.	Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 4. Auflg. S. 358.
5*	175	Entleerer (évacuateur) von Berlier.	Centralbl. f. allgem. Gespfl., 2. Bd. S. 4. (1883)
6*	175	Aufnehmer (récepteur) ,, ,,	

Register
zur Städtereinigung.

Berichtigungen

zum Artikel: „Trennsysteme" von Professor Dr. R. Blasius.

Seite		Zeile		von		lies:		statt:
Seite	168	Zeile	4	von	unten	lies:	worden	statt: werden.
„	170	„	9	„	unten	„	5	„ 6.
„	171	„	9	„	„	„	7	„ 8
„	175	„	16	„	oben	„	3	„ 1.
„	177	„	8	„	unten	„	Laurin	„ Lauriu.
„	177	„	3	„	„	„	17	„ 22.
„	177	„	1	„	„	„	145	„ 185.
„	178	„	1	„	oben	„	im Haag	„ in Prag.
„	180	„	16	„	„	„	Overbeck	„ Oberbeck.
„	180	„	24	„	„	„	Waring	„ Shone.
„	184	„	11	„	oben ist hinter dem Wort der „geringen" einzuschalten.			
„	194	„	2	„	„ mufs statt Form „Formel" gelesen werden.			

DIE SCHICKSALE DER FÄKALIEN
IN KANALISIERTEN UND NICHTKANALISIERTEN STÄDTEN.
RIESELFELDER.

BEARBEITET

VON

GEORG H. GERSON,
LANDWIRT IN BERLIN.

DR. J. H. VOGEL,
VORSTEHER DER VERSUCHSSTATION DER DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT IN BERLIN.

DR. TH. WEYL,
PRIVATDOCENT IN BERLIN.

MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXT.

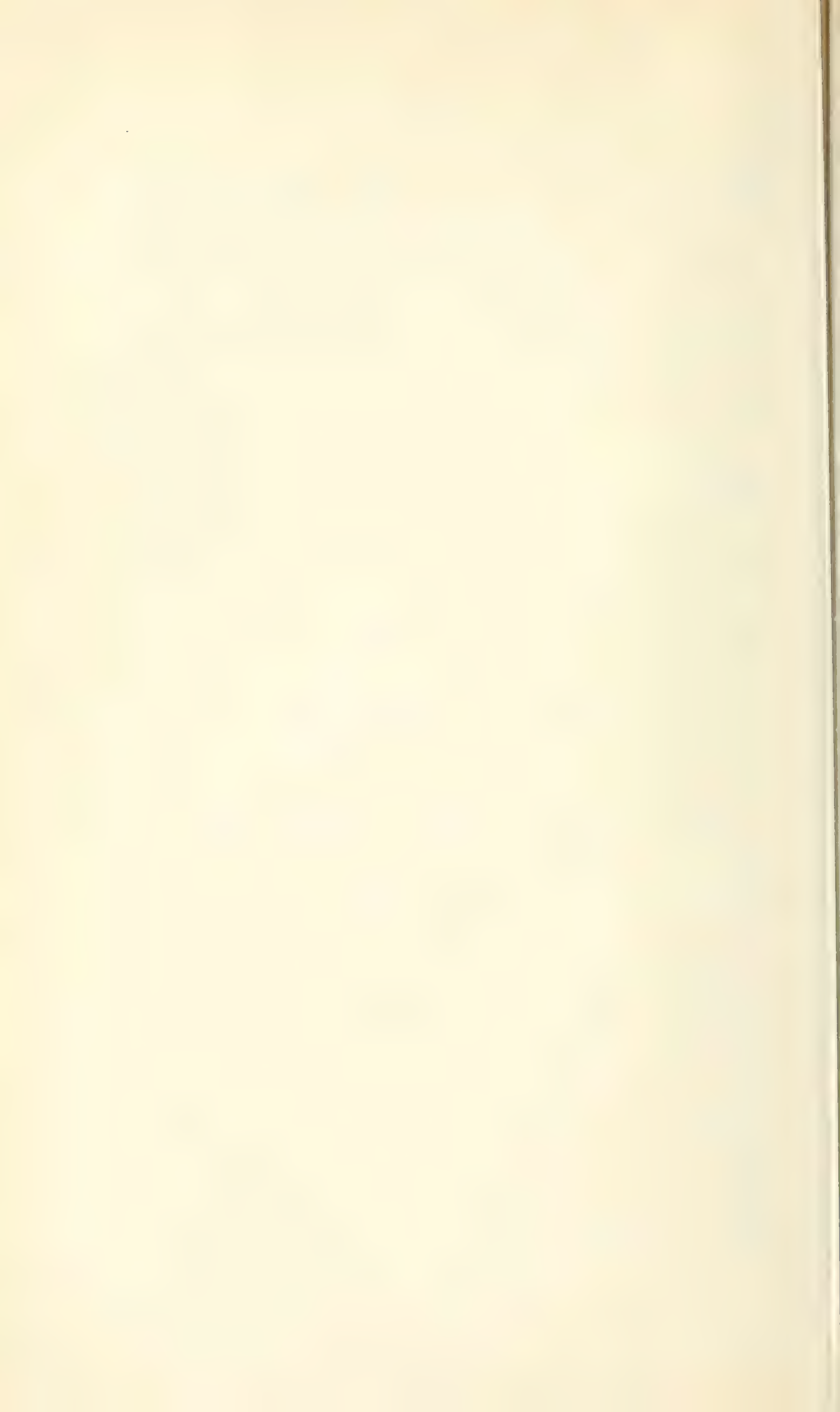
HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.
ZWEITE LIEFERUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1896.



Inhaltsübersicht.

Die Schicksale der Fäkalien sind im allgemeinen von dem in der Stadt angewandten Reinigungssysteme abhängig.

Die Fäkalien nicht kanalierter Städte fängt man in Gefäßen verschiedener Größe auf und entleert dieselben seltener oder häufiger.

Im ersten Falle benutzt man Gruben, im letzteren Tonnen oder Kübel. Die Fäkalien bleiben unter den genannten Verhältnissen zumeist mit Wasser unverdünnt und werden entweder ohne jede weitere Vorbereitung zum Düngen der Felder benutzt oder man bemüht sich den Wert der Fäkalien durch Konzentrierung (Pudrettierung) zu erhöhen oder aus den Fäkalien stickstoffreiche anorganische Dünger (schwefelsaures Ammoniak) herzustellen. In seltenen Fällen findet auch eine Verbrennung der Fäkalien statt.

In kanalisierten Städten führt man die mit großen Wassermengen verdünnten Fäces auf Rieselfelder oder läßt sie im natürlichen oder geklärten Zustande in den nächsten Fluß einströmen, wenn sein Wasserreichtum dieses gestattet.

Die im vorstehenden kurz angedeuteten Schicksale der Fäkalien sollen in den nachfolgenden Kapiteln eingehender verfolgt werden.

Den Schluß bildet ein Abschnitt über Flußverunreinigung.

1. Die Schicksale der Fäkalien aus nicht kanalisierten Städten.

(Die landwirtschaftliche Verwertung der Fäkalien.)

Bearbeitet von

Direktor Dr. J. H. Vogel in Berlin.

Der Wert der Fäkalien zum Düngen des Ackers beruht in erster Linie auf deren Gehalt an Stickstoff, während die darin vorhandenen Mengen von Phosphorsäure, Kali und organischer Substanz bei weitem weniger wichtig und wertvoll sind.

Der hohe Düngewert der Fäkalien ist in landwirtschaftlichen Kreisen eine so allgemeinen anerkannte Thatsache, daß es auf den ersten Blick Verwunderung erregen muß, wenn der Landwirt im großen und ganzen so wenig Gebrauch von diesem billigen und vorzüglichen Mittel macht, um den Ertrag seiner Felder zu erhöhen. Der Grund hierfür dürfte in erster Linie in dem Umstande zu suchen sein, daß der hohe Gehalt an Wasser dem Transport der Fäkalien sowie ihrer Aufbewahrung bis zur geeigneten Düngezeit und dem Ausbreiten auf dem Acker nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Dieser Umstand gab Veranlassung, Mittel und Wege zu ersinnen, um die Fäkalien von ihrem Wassergehalt der Hauptsache nach zu befreien. Die damit verknüpften Kosten dürfen naturgemäß eine bestimmte Höhe nicht überschreiten, deren Grenze um so niedriger sein muß, je mehr die Fäkalien aus irgend welchen Gründen mit Wasser vermengt sind.

Das Hauptbestreben, eine möglichst hohe Verwertung der Fäkalien für die Landwirtschaft zu erzielen, muß also dahin gehen, die Fäkalien möglichst unverdünnt zu erhalten. Es gilt diese Grundbedingung nicht nur für alle Verfahren, welche bezwecken zunächst vor der Anwendung als Düngemittel die Fäkalien in eine marktfähige Handelsware umzuarbeiten, sondern auch für jene Fälle, wo die Fäkalien direkt, in rohem Zustande oder mit Torfmull etc. kompostiert, Verwendung finden sollen.

I. TEIL.

Die Fäkalien als Düngemittel im nicht konzentrierten Zustande.

Die Anwendung der Fäkalien zum Düngen der Felder in dem Zustande, in welchem sie produziert werden, ist alt und allgemein bekannt. Der Erfolg einer solchen Düngung hängt in erster Linie ab von dem Alter und der Aufbewahrung der Fäkalmassen und von der Art der Anwendung.

Nach der Art der Ansammlung und dem Alter der Fäkalien ist der Düngewert derselben ein außerordentlich verschiedener. Fäkalien, welche mit Hilfe des Kübelsystems und des Heidelberger Tonnensystems gesammelt werden, enthalten mehr oder weniger fast sämtliche Pflanzennährstoffe, welche ursprünglich in denselben vorhanden waren. Das bei der Gärung der Fäkalien und namentlich des Harns entstehende Ammoniak verflüchtigt sich bei längerem Stehen der Fäkalien außerordentlich rasch, und da bei dem Kübelsystem und dem Heidelberger Tonnensystem diese Fäkalien niemals sehr alt werden, pflegen auch in der Regel große Ammoniakverluste bei diesen nicht einzutreten. Ganz anders liegt die Sache bei Fäkalien, welche aus Gruben herstammen. Solche Gruben pflegen nur selten, oft nur in Zwischenräumen von einem Jahre und mehr, entleert zu werden und pflegen in der Regel nicht dicht zu sein. Sie lassen deshalb meistens einen Teil der flüssigen Exkremente, in welchen die Hauptmenge des Stickstoffs enthalten ist, durchsickern, sodaß eine relativ stickstoffarme Masse zurückbleibt. Der Rest hat während seiner langen Lagerung in den Gruben genügend Zeit, vollständig zu vergären. Der Harnstoff wird in Ammoniak übergeführt, welcher zum großen Teil langsam aus den Massen entweicht. Das Aufrühren der letzteren bei der Entleerung der Gruben bewirkt noch ein weiteres Entweichen des Ammoniaks und ein Teil desselben geht beim Aufbringen dieser Masse auf das Feld schließlich in die Luft. Da ist es nicht befremdend, wenn häufig von seiten der Landwirte Klagen laut werden, daß sie die Fäkalien der Städte nicht brauchen können, weil sie bei der Anwendung derselben nicht die erwartete Rente gefunden haben. Wie ersichtlich, *decken sich in Bezug auf das Grubensystem die Interessen der Hygiene und der Landwirtschaft.* Das Ansammeln der Fäkalien in Gruben ist dem Landwirt, welcher auf landwirtschaftliche Verwertung dieser Fäkalien rechnet, ebensowenig erwünscht, wie dem Hygieniker, der eine Verschlechterung der Luft und des Grundwassers beim Grubensystem zu befürchten hat [1].

Die Umwandlung des Harnstoffs in Ammoniak erfolgt bekanntlich sehr rasch. Nach 2—3 Tagen ist die Hauptgärung meist vollendet. In kürzerer Frist pflegt wohl, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, an keinem Ort eine Abfuhr der Fäkalien zu erfolgen. Man wird also kaum zu befürchten haben, daß man unvergorene Fäkalmassen bekommt, wenn man vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus auf eine möglichst rasche Abfuhr drängt, und kann deshalb als Gesichtspunkt für die Anwendung der Fäkalien im rohen Zustande aussprechen, daß, *je rascher und häufiger die Abfuhr erfolgt*, um so

höher die landwirtschaftliche Ausnutzung der Fäkalien ist.

Ueber Menge und Art der Anwendung von Rohfäkalien zum Düngen der Felder bestehen in landwirtschaftlichen Kreisen noch die verschiedenartigsten Ansichten. Als allgemeine Norm können wir ungefähr folgendes aufstellen:

Während der Monate Oktober bis Juni können zu den verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen die zur Verfügung stehenden Fäkalmassen stets direkte Verwendung auf dem Felde finden, sodaß es einer Ansammlung in Gruben oder Kompostierung während dieser Zeit nicht bedarf. Im Oktober und November werden dieselben zweckmäßig dem für Zuckerrüben und Kartoffeln bestimmten Acker gegeben. Man fährt sie auf die geschälte Stoppel und bringt sie alsdann mit dem Tiefpfluge unter. Zu den Rüben kann dann im Laufe des Winters auf dem ungepflügten Acker noch eine zweite Düngung mit Fäkalstoffen erfolgen. Auch die Kartoffeln vertragen eine zweite Gabe, wenn sie nicht schon vor der ersten Düngung mit Latrine Stalldünger bekommen haben. Es können im Durchschnitt jedes Mal bis zu 20 cbm Latrine auf 1 ha zur Anwendung kommen. Die mit diesem Quantum gegebene Stickstoffmenge muß im Vergleich zu der in den Fäkalien vorhandenen Phosphorsäure und dem Kali als außerordentlich hoch angesehen werden. Es empfiehlt sich deshalb, außer den 20 cbm Latrine noch ungefähr 100 kg Superphosphat resp. 200 kg Thomasschlacke und gleichzeitig 300 kg Kainit pro ha zu geben; außerdem muß auf jeden Fall für die Gegenwart genügender Mengen Kalk Sorge getragen werden, also event. dem Düngen mit Fäkalien eine Kalkung oder Mergelung des Ackers vorangehen. — Es ist dies um so mehr geboten, als die in nicht unerheblicher Menge in den Fäkalien enthaltenen Chloride andernfalls schädlich auf Menge und Güte der Pflanzen, namentlich der Kartoffeln und Rüben einwirken können. Bei fortgesetzter Düngung mit Fäkalien ist ein möglichst umfangreicher Anbau von Hackfrüchten sehr zu empfehlen, da die Fäkalien, wie alle in großen Mengen angewandten Düngemittel auch das Wachsen der Unkräuter sehr begünstigen. Letztere werden durch fortgesetzten Hackfruchtbau am besten beseitigt.

Im Laufe des Winters können alsdann bis kurz vor der Aussaat diejenigen Aecker mit Latrine gedüngt werden, welche mit Hafer bestellt werden sollen. Wintersaat wird zweckmäßig vor ihrer Aussaat mit Abortstoffen nicht gedüngt, weil bei irgend günstigem Wetter die Entwickelung im Herbst zu üppig wird, und wenn dies wegen widriger Witterung nicht eintritt, bleibt der erwartete Erfolg im Frühling dennoch aus. Dagegen ist es zweckmäßig, den Wintersaaten eine Kopfdüngung zu geben. Man beginnt damit am besten nach Neujahr, und kann dies, je wie es die Witterung erlaubt, bis Anfang April fortgesetzt werden. Wenn die Pflanzen wachsen, gehen durch das Bespritzen mit Latrine einige der jungen Triebe allerdings ein. Dafür entstehen indessen bald andere mit um so größerer Ueppigkeit. Wenn der Acker nicht so weich ist, daß er überhaupt unbefahrbar ist, wird es zweckmäßig sein, die Düngung bei Tauwetter vorzunehmen, selbst wenn recht tiefe Spuren von den Wagenrädern zurückbleiben. Bei anhaltendem trocknen Frostwetter leiden die Pflanzen leichter durch die auf die Blätter gespritzte Latrine, als durch das Zerfahren bei Tauwetter.

Das Verteilen der Latrine geschieht durch Wagen an welchen

eine Streuvorrichtung angebracht ist, sodaß das Auffahren des Düngers auf den Acker und dessen Ausbreiten auf demselben durch ein und denselben Vorgang geschieht.

Muß man die Fäkalmassen während der Monate Juni bis Oktober in Gruben ansammeln, so geschieht dies zweckmäßig in solchen Gruben, welche an einem Abhange gelegen sind, sodaß die Latrine nach Oeffnung eines am Boden der Grube befindlichen Ventils ohne weitere Vorrichtung durch eine Röhre in die angefahrenen Wagen auslaufen kann, oder man kompostiert dieselben mit Torfmull, Hausmull oder Straßenkehricht.

Auf solche Weise angewandt, vermögen die Rohfäkalien die Ernteerträge ganz außerordentlich zu erhöhen, und sind dieselben in ihrem Werte auf manchen Bodenarten dem Stallmist annähernd gleichzuschätzen. Ein Nachteil bei der Anwendung derselben bleibt die ekelerregende Beschaffenheit, welche es nicht immer ermöglicht, zuverlässiges Personal für diese Arbeiten zu gewinnen.

Seit ungefähr 10 Jahren wird es mehr und mehr Sitte, die Fäkalien namentlich dort, wo Tonnen- oder Kübelsysteme zur Anwendung gelangen, mit Torfmull zu bestreuen. Torfmull hat bekanntlich die Eigenschaft, große Mengen Flüssigkeiten aufzusaugen und dieselben zu absorbieren. Guter Torfmull, wie er jetzt in vielen Gegenden Deutschlands zu verhältnismäßig billigem Preise geliefert wird, vermag die 8—10fache Menge seines Eigengewichts an Wasser in sich aufzunehmen. In genügender Menge angewandt, vermag er also die flüssigen Fäkalien in eine feste, leicht transportable Masse zu verwandeln. Dadurch wird bewirkt, daß der ekelerregende Anblick, welchen Rohfäkalien stets gewähren, verdeckt wird, während durch die Eigenschaft des Torfmulls, die Gase zu absorbieren, die üblen Gerüche beseitigt werden. Bekanntlich ist es neben dem Ammoniak namentlich Schwefelwasserstoffgas, welches den in Zersetzung begriffenen Fäkalien entweicht, und den bekannten schlechten Geruch derselben bewirkt. Das Schwefelwasserstoffgas wird vom Torfmull so energisch absorbiert, daß Fäkalien, welche mit Torfmull in hinreichender Menge vermengt sind, hiervon nichts an die Umgebung abgeben, sofern dieselben nicht monatelang gelagert haben. Unter hinreichender Menge von Torfmull ist eine Beimengung von 1 Teil guten Torfmull auf ca. 6 Teile Fäkalien zu verstehen.

Die Frage, ob dem Torfmull auch die Eigenschaft zukommt, tötend auf Krankheitskeime einzuwirken, welche in den Fäkalien gelegentlich vorhanden sein können, war bis vor kurzem eine offene. Im allgemeinen war man bisher der Ansicht, daß diese Eigenschaft dem Hochmoor entstammenden Torfmull, welcher verhältnismäßig große Mengen von Humussäuren enthält, bis zu einem gewissen Grade innewohne. Die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft hat, um über diesen Punkt Klarheit zu gewinnen, im Jahre 1893 Gelegenheit genommen, die Herren Professor Dr. Gärtner-Jena, Professor Dr. Fränkel-Marburg, Professor Dr. Löffler-Greifswald und Professor Dr. Stutzer-Bonn zu ausführlichen bakteriologischen Arbeiten über diese Frage aufzufordern. Diese Arbeiten sind kürzlich zum Abschluß gekommen und haben folgendes Resultat ergeben:

Torfmull ist an und für sich imstande, Krankheitskeime, speziell die der Cholera, in ganz kurzer Zeit zu töten. Sobald aber dem

Torfmull Fäkalien beigemengt sind, erfolgt diese Tötung weniger leicht resp. überhaupt nicht. Die untersuchten Torfmullarten verschiedener Herkunft und Beschaffenheit unterschieden sich in diesem Punkte nicht wesentlich.

Ein mit Schwefelsäure angereicherter Torfmull war dagegen imstande, rasch und sicher die Tötung von Cholerabakterien, welche Rohfäkalien zugefügt waren, zu bewirken, selbst dann, wenn nicht eine innige Vermischung des Torfmulls mit den Cholerabakterien stattfand, sondern wenn letztere nur mit dem Torfmull in solcher Menge überschüttet wurden, daß alle Flüssigkeit aufgesogen wurde [2].

Es wurde deshalb versucht, mit Schwefelsäure angereicherten Torfmull im fabrikmäßigen Betriebe herzustellen, und dieser Versuch ist als durchaus gelungen zu betrachten. Eine auf Veranlassung des Verfassers hergestellte Probe ergab bei der Analyse nachstehende Daten: 69,46 Proz. Trockensubstanz, 2,67 Proz. freie Schwefelsäure und außerdem noch 0,93 Proz. Schwefelsäure in Form löslicher Salze. Der Torfmull vermochte die 6—8 fache Menge seines Eigengewichts an Wasser aufzusaugen. Da im allgemeinen ein Gehalt von 2 Proz. freier Schwefelsäure im Torfmull genügt, um die beschriebene Wirkung hervorzurufen, muß das Präparat, welches sich in seiner äußeren Beschaffenheit vom gewöhnlichen Torfmull nicht unterschied, als durchaus gelungen bezeichnet werden. Es möge hier bemerkt werden, daß dieses Präparat zu einem nicht viel höheren Preise geliefert werden soll als gewöhnlicher Torfmull.

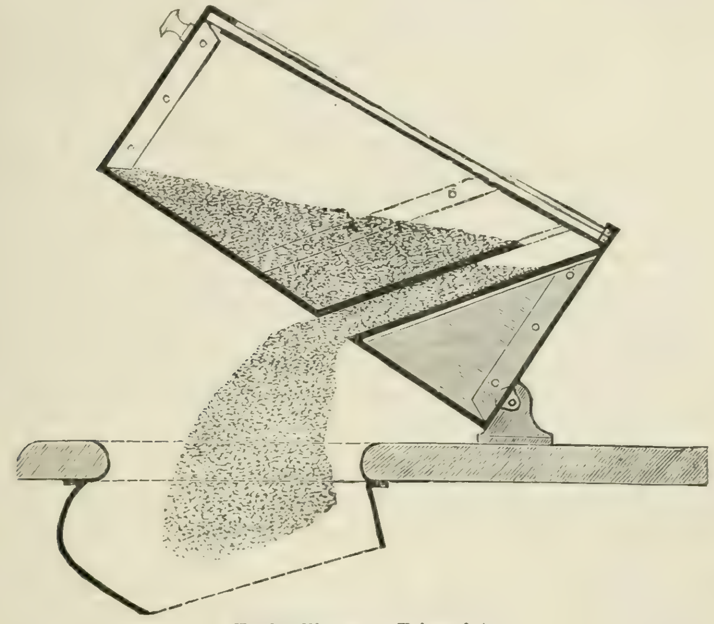
Die Vorteile, welche die Anwendung des Torfmulls in hygienischer und ästhetischer Hinsicht mit sich bringt, sind von so überaus großer Bedeutung, daß allein diese die Anwendung des Torfmulls zum Bedecken der Fäkalien zur Genüge empfehlen. Indessen auch beim Torfmullverfahren decken sich die Wünsche der Hygiene mit denjenigen der Landwirtschaft. Außer dem Schwefelwasserstoffgas saugt der Torfmull nämlich auch noch das bei der Gärung entstehende Ammoniak auf und verhindert so, daß ein Teil dieses wertvollen Pflanzennährstoffs verloren geht. Mit Torfmoll kompostierte Fäkalien sind deshalb als Düngemittel ganz außerordentlich viel wirksamer als Rohfäkalien, und zwar einmal aus dem soeben genannten Grunde, dann aber auch, weil die organische Masse und der Stickstoff des Torfmulls selbst in Verbindung mit den Bestandteilen der Fäkalien außerordentlich nutzbringend für den Acker zu sein pflegt, namentlich wenn es sich um leichten Boden handelt.

In verschiedenen Städten Deutschlands ist wegen der genannten sanitären Vorteile die Anwendung des Torfmulls zum Binden der Fäkalien obligatorisch gemacht, so z. B. in Stade, Neumünster und Hann. Münden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß es am vorteilhaftesten ist, wenn das Beschütten der Fäkalien mit Torfmull stets sofort nach der Entleerung erfolgt. Dies wird am besten erreicht durch die Anwendung sogenannter selbstthätiger Torfmullstreuklosetts. Bis vor drei Jahren waren diese Apparate verhältnismäßig kompliziert und teuer, und konnten dieselben deshalb in der Praxis nicht in der wünschenswerten Weise Eingang finden. Diesem Uebelstand ist neuerdings abgeholfen worden. Auf der Ausstellung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in Königsberg 1892 erschienen zum ersten Male von zwei Bremer Firmen selbstthätige Torfmullstreuklosetts, wie sie

einfacher nicht wohl denkbar sind. Es sind dies der Grevenberg-sche „Triumph" (s. die Abbildung) und der Fischer'sche „Universal"-Streuapparat.

Diese Apparate bestehen aus einem einfachen Blechkasten, welcher auf dem Sitzbrett an Stelle des Deckels befestigt wird. In seinem Innern ist derselbe in zwei Teile geteilt, in einen vorderen größeren und einen hinteren kleineren. Der vordere Teil dient zur Aufnahme des Torfmulls und ist so eingerichtet, daß durch eine unter der oberen Wandung des Blechkastens angebrachte Oeffnung beim Heben des Kastens ein gewisses Quantum Torfmull in den hinteren Teil des Behälters



Torfmullklosett „Triumph".

fällt. Wird nach stattgehabter Entleerung der Faeces der Kasten alsdann geschlossen, so fällt dieser Torfmull durch eine am unteren Teil des Kastens angebrachte Oeffnung direkt durch das Sitzloch auf die Fäkalien. Durch eine passende Größe der angebrachten Oeffnung ist es leicht erreicht worden, die Menge des jedesmal ausfallenden Torfmulls so zu bemessen, daß sie zum Aufsaugen der bei einer einmaligen Entleerung produzierten Fäkalien genügt. Ein solcher Apparat vermag nach den Ermittelungen des Verfassers ungefähr 3 kg Torfmull aufzunehmen. Durch jedesmalige Auf- und Abwärtsbewegung des Deckels werden von diesem rund 40—50 g auf die Fäkalien geschüttet. Eine einmalige Füllung des Kastens genügt also für 60 Sitzungen. Nimmt man an, daß von einer aus 5 Personen bestehenden Familie der Abort täglich 8 mal besucht wird, so würden höchstens 400 g Torfmull pro Tag oder knapp 150 kg pro Jahr erforderlich sein. Diese Menge Torfmull kostet zu normalen Zeiten durchweg 3—5 M. inkl. Transport von der Fabrik bis zum Verbrauchsorte. Die pro Person mithin für die Anwendung des

Torfmulls erforderlichen Kosten belaufen sich auf jährlich 0,70—0,90 M. Diese Summe erscheint nicht zu hoch, wenn man allein als Aequivalent dafür die gesundheitlichen Vorteile ins Auge faßt, welche mit der Anwendung des Torfmulls verbunden sind. Indessen der Wert der von einer Person im Verlaufe eines Jahres produzierten Fäkalien erhöht sich um weit mehr als 0,70—0,90 M., sofern dieselben mit Torfmull vermischt sind.

Verfasser dieses hatte es verschiedentlich versucht, Zahlen für das voraussichtlich produzierte Düngerquantum zu berechnen. Er war bei diesen Berechnungen davon ausgegangen, daß $^1/_6$ des Kotes und die Hälfte alles Harns verzettelt wird und nicht in die Aborte gelangt. Die später thatsächlich gewonnenen Düngermengen pflegten nicht mit den so berechneten Daten übereinzustimmen. Um nun hierfür in Zukunft sichere Grundlagen zu gewinnen, hat Verfasser in ungefähr 30 Familien in Potsdam, welche auf seine Veranlassung sämtlich Torfmullstreuklosetts in ihren Häusern eingeführt hatten, während eines ganzen Monats die Menge der in die Aborte gelangten Faeces gewogen. Es ist bekannt, daß pro Person im Durchschnitt mindestens 1100—1300 g Fäkalien pro Tag produziert zu werden pflegen. Die Menge der in den Torfmullstreuklosetts angesammelten Fäkalien betrug dagegen nur durchschnittlich 376 g pro Tag und Person. Es entspricht dies einer jährlichen Düngerproduktion von 137,47 kg pro Person. Man wird deshalb gut thun, bei Berechnungen eine höhere Summe als 140 kg pro Person und Jahr nicht zu wählen. Nach den dem Verfasser vorliegenden Daten über die in Neumünster in der Zeit vom 1. April 1893 bis 1. Oktober 1894 beim Kübelsystem abgefahrenen Fäkalien ergiebt sich eine täglich pro Person abgefahrene Menge 400 g Fäkalien. Die in Potsdam ermittelten Zahlen finden dadurch eine Bestätigung.

Wie bereits erwähnt, ist die düngende Wirkung der mit Torfmull gemengten Fäkalien eine ganz vorzügliche. Namentlich haben sich dieselben bei der Kultur der Rebe außerordentlich bewährt.

Man pflegt in der Regel dieselben Mengen davon anzuwenden wie vom Stallmist und zwar ähnlich wie bei der Anwendung der Rohfäkalien in rationeller Weise unter Beimengung von phosphorsäure- und kalihaltigen künstlichen Düngemitteln. Ist der Landwirt gezwungen, mit Torfmull vermengte Fäkalien vor dem Aufbringen auf das Feld längere Zeit in Gruben, Dungstätten oder an anderen Orten aufzubewahren, so wird das kalihaltige Düngemittel (Kainit) zweckmäßig schon während dieser Lagerung der Masse einverleibt. Hierdurch wird eine rationelle Konservierung bewirkt. Verfasser hat verschiedentlich Proben solcher Torffäkalien zwecks Vornahme der Analyse entnommen. Die Resultate waren im Durchschnitt: 80 Proz. Wasser, 17—18 Proz. organische Substanz, 3—4 Proz. Asche, 0,6—0,8 Proz. Stickstoff, 0,2—0,3 Proz. Phosphorsäure, 0,2—0,3 Proz. Kali. Bei der Anwendung des Düngers zu Kartoffeln muß man mit der Menge vorsichtig sein, da wegen des hohen Chlorgehaltes bei zu großen Gaben eine Verschlechterung der Kartoffeln durch Depression ihres Stärkegehaltes und Erhöhung ihres Stickstoffgehaltes eintritt. Um zu erfahren, wie weit die ungünstige Wirkung der Torffäkalien steigen kann, führte Verfasser im Jahre 1893 einen Düngungsversuch[12] mit außerordentlich hohen Mengen von Torffäkalien (ca. 350 Doppelcentner pro Hektar) auf leichtem Sandboden in

der Nähe von Potsdam aus. Während auf den ungedüngt gebliebenen Parzellen im Durchschnitt 65,9 kg Kartoffeln geerntet wurden, wurden auf den mit Torffäkalien gedüngten Parzellen 103,6 kg Kartoffeln erzielt. Der Stärkegehalt der ersteren betrug 17,5 Proz., derjenige der letzteren dagegen nur 15,8 Proz. Die Kartoffeln von den ungedüngten Parzellen hatten einen Stickstoffgehalt von 0,57 Proz., diejenigen der gedüngten Parzellen 0,71 Proz. Wenn auch bei diesen Versuchen die Erntemenge auf der gedüngten Parzelle ungefähr 57 Proz. höher war als diejenige auf der ungedüngten, so ist doch die Verschlechterung der Qualität eine so außerordentlich große gewesen, daß eine direkte Anwendung von Torffäkalien zu Kartoffeln in größeren Mengen nicht statthaft erscheint. Eine voraufgegangene Kalkung bez. Mergelung wird die ungünstige Nebenwirkung allerdings z. T. wieder aufheben und ist deshalb die alle 2—3 Jahre zu wiederholende Anwendung von Kalk oder Mergel bei andauernder Düngung mit Torfmullfäkalien dringend zu empfehlen.

Dem Landwirt kann unter Umständen Gelegenheit geboten werden, Fäkalien von besonders hohem Düngewert zu erhalten, und soll an dieser Stelle deshalb nicht unterlassen werden, hierauf hinzuweisen. Es sind das solche Fäkalmassen, welche aus Kasernen, Zuchthäusern und ähnlichen größeren Anstalten herstammen. Es pflegt in diesen Fällen jede Gelegenheit zu einer Verdünnung mit Wasser ausgeschlossen zu sein. Oft ist in diesen Massen eine überwiegend große Menge von Kot und relativ wenig Harn enthalten, d. h. nur diejenige Menge Harn, welche mit dem Kot gleichzeitig entleert zu werden pflegt.

So enthielt eine Probe Fäkalien, welche Verfasser selbst im März 1893 in der Kaserne zu Halle a. S. (Tonnensystem) entnahm, neben 12,51 Proz. Trockensubstanz 1,18 Proz. Stickstoff und eine andere Probe neben 11,23 Proz. Trockensubstanz 1,09 Proz. Stickstoff. Eine an demselben Tage vom Verfasser im Zuchthause zu Halle a. S. entnommene Probe enthielt 8,61 Proz. Trockensubstanz und 0,81 Proz. Stickstoff. In den größeren Strafanstalten kommt es nicht selten vor, daß die Fäkalien täglich 1—2 mal in ganz frischem Zustande zur Abfuhr gelangen. Es werden z. B. im Zuchthause zu Halle a. S. kleine verzinkte Blecheimer von ca. 15 l Inhalt in jeder Zelle aufgestellt und diese Blecheimer täglich 2 mal in bereitstehende Tonnenwagen entleert, welche ihrerseits 2 mal täglich abgefahren werden. Solche Fäkalien sollen rationellerweise nicht sofort auf das Feld gefahren werden, weil noch zu wenig Stickstoff in Ammoniak übergeführt ist und der Harnstoff in der Ackerkrume nicht in der energischen Weise absorbiert wird wie das Ammoniak. So waren z. B. in der oben angeführten Probe neben 0,81 Proz. Gesamtstickstoff nur 0,27 Proz. Ammoniakstickstoff enthalten. Man mischt diese Fäkalien am besten entweder mit Torfmull, oder wenn Straßen- resp. Hauskehricht zur Verfügung steht, mit diesen Substanzen und überläßt sie kurze Zeit der Gärung. Auch hier ist es zweckmäßig, bei dem Vermengen Kainit zwischenzustreuen und zwar in einer Menge von ungefähr 20 kg auf 1 cbm Fäkaljauche. Der so zum Kompostieren benutzte Kehricht besitzt auch seinerseits eine nicht unbeträchtliche düngende Wirkung, namentlich auf leichtem Sandboden, sowie auf lehmigem Sand- und sandigem Lehmboden. Sowohl Hauskehricht, wie Straßenkehricht schwanken in ihrer Zusammensetzung meist sehr erheblich.

Die Zusammensetzung des Hauskehrichts (s. Richter, Straßenhyg., dieses Handb. Bd. II, Abtlg. II) hängt von der Art des Brennmaterials, der Lage und Größe der Stadt und den ortsüblichen Gewohnheiten in Bezug auf Verwertung der Küchenabfälle ab. — Die Beschaffenheit des Straßenkehrichts schwankt namentlich infolge verschiedenartiger Pflasterung.

Verfasser hat im Jahre 1892 Straßenkehricht (der Hauptsache nach vom Berliner Asphaltpflaster stammend), sowie Hauskehricht aus Berlin, welcher bereits $^3/_4$ Jahre gelegen hatte und etwas angerottet war, von den nördlich von Berlin gelegenen Sammelplätzen zwecks Vornahme der Analyse entnommen. — Die Zusammensetzung war:

Die Probe Straßenkehricht enthielt: 39,89 Proz. Wasser, 22,44 Proz. organische Substanz, 37,67 Proz. Asche; ferner auf frische Substanz berechnet: 0,479 Proz. Gesamtstickstoff, 0,004 Proz. Ammoniakstickstoff, 0,452 Proz. Gesamtphosphorsäure, 0,370 Proz. Kali, 1,891 Proz. Kalk, 0,347 Proz. Magnesia.

Die Probe Hauskehricht enthielt: Feinerde (6,5 mm-Sieb) 60,2 Proz., Papier, Lumpen etc. 23,4 Proz., Schlacken, Kohlen etc. 9,6 Proz., Glas, Scherben etc. 3,2 Proz., Steine (über 6,5 mm) 2,2 Proz., Knochen, Muscheln etc. 1,0 Proz., Metall 0,4 Proz.

In der Feinerde des obigen Hauskehrichts waren enthalten: Wasser 19,00 Proz., Asche 60,94 Proz., organische Substanz 20,06 Proz.

An Pflanzennährstoffen waren vorhanden: Gesamtstickstoff 0,35 Proz., Ammoniak 0,05 Proz., Salpetersäure keine, Phosphorsäure 0,58 Proz., Kali 0,22 Proz., Kalk 8,92 Proz., Magnesia 1,74 Proz.

Die in den genannten Kehrichtarten enthaltenen nicht unbeträchtlichen Mengen von Pflanzennährstoffen werden durch das Kompostieren mit Fäkalstoffen in einen solchen Zustand versetzt, daß sie sehr viel leichter assimilierbar für die Pflanzen werden, als wenn man sie direkt zum Düngen benutzt.

II. TEIL.

Konzentrierte Düngemittel aus Fäkalien.

Wir haben vornehmlich zwei Verfahren ins Auge zu fassen, welche es ermöglichen, die Fäkalien in einen hochkonzentrirten Dünger umzuwandeln. Es sind das die Herstellung von Poudrette und die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak durch Destillation. Anhangsweise sei an dieser Stelle noch die Gewinnung des Düngers aus Klärwerken besprochen.

1. Poudrette.

Der Herstellung von Poudrette ist das vollkommenste Verfahren, um sämtliche wertvollen Pflanzennährstoffe der Fäkalien als konzentriertes Düngemittel zu gewinnen. Das den verschiedenen Fabrikationsverfahren zu Grunde liegende Prinzip ist kurz das folgende:

Die Fäkalien werden mit Schwefelsäure im Ueberschuß versetzt und alsdann bei einer Temperatur von 100—130 ° C eingedampft.

Man wendet in der Regel auf 100 Teile Fäkalien 2 Teile Schwefelsäure von 50° Bé. an. Das gewonnene Produkt enthält zwischen 5—9 Proz. Stickstoff, 3—4 Proz. Phosphorsäure und 3—4 Proz. Kali. Der Düngewert einer solchen Poudrette ist ein außerordentlich hoher, da infolge Anwendung der Schwefelsäure die Pflanzennährstoffe größtenteils in eine leicht lösliche, von den Pflanzen leicht assimilierbare Form verwandelt werden. Die Poudrette kann dem aufgeschlossenen Peru-Guano als gleichwertig an die Seite gestellt werden. Der Handelswert derselben beträgt nach den heutigen Marktpreisen je nach ihrem Gehalt an Stickstoff 8—13 M. pro Doppelzentner. Der Erfinder dieses Verfahrens ist der durch sein Doppelröhrensystem bekannte Kapitän Liernur. Es gelang diesem indessen bis zu seinem kürzlich erfolgten Tode nicht, das Verfahren in der Praxis zur Einführung zu bringen. Dagegen ist eine nach genau demselben Grundsatze arbeitende Fabrik (System Podewils) seit 12 Jahren in Augsburg und eine zweite (System Manlove Elliot & Co.) seit 15 Jahren in Warrington (England) im Betriebe, während eine dritte Fabrik (System Venuleth & Ellenberger) 1894 in Bremen erbaut worden ist[14].

Mit der in Augsburg gewonnenen Poudrette sind von sachverständiger Seite zahlreiche Versuche namentlich an der Königl. landw. Akademie in Hohenheim[3] und an der Königl. Lehranstalt für Obst- und Weinbau in Geisenheim[4] angestellt worden, welche sämtlich die vorzügliche Wirkung dieser Poudrette bestätigen. Bislang noch nicht veröffentlichte Gutachten über den Wirkungswert der Poudrette liegen dem Verfasser ferner noch vor von den Herren Professor Dr. G. Wollny[5] in München und Professor Dr. J. Neßler[6] in Karlsruhe, in welchen nicht nur die außerordentlich günstige Wirkung der Poudrette bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, sondern auch diejenige bei den Gartengewächsen, vornehmlich bei den Gemüsen, sowie auch bei den Reben hervorgehoben wird.

Die Herstellung von Poudrette ist nur dann rentabel, wenn die Fäkalien thatsächlich unverdünnt zur Verarbeitung gelangen. Am besten eignen sich hierzu die mit Hilfe des Kübelsystems oder des Heidelberger Tonnensystems gesammelten Fäkalien.

2. Die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak.

Die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak durch Destillation bedingt eine im Prinzip von der Herstellung der Poudrette wesentlich verschiedene Verarbeitung.

Eine solche Destillationsanlage wurde im Jahre 1882 von Buhl u. Keller[7] in Freiburg i. Br. eingerichtet. In derselben sind bis vor einigen Jahren sämtliche Fäkalien Freiburgs auf schwefelsaures Ammoniak unter gleichzeitiger Gewinnung eines Dungpulvers verarbeitet worden. Das Verfahren besteht darin, daß die Fäkalien zunächst in großen Gruben oder Gefäßen in der Fabrik gesammelt und dort mit geeigneten Zusätzen (Kalk etc.) versehen werden, um eine Scheidung der festen von der flüssigen Masse zu bewirken. Nach dem Ablassen der letzteren, welche den größten Teil des Stickstoffs in Form von Ammoniak enthält, wird, ähnlich wie bei der Verarbeitung der Gaswasser, das Ammoniak durch Destillation abgetrieben und in vorgelegter Schwefelsäure aufgefangen. Die Rückstände werden getrocknet und finden unter dem Namen

„Dungpulver“ gleichfalls als Dungmittel Verwendung. Der Betrieb dieser Fabrik ist nach etwa 8-jährigem Bestehen eingestellt worden, angeblich weil das Verfahren sich nicht rentieren sollte, in Wirklichkeit indessen, weil die Unternehmer auf eine große Anzahl von Schwierigkeiten stießen, welche bei Neuanlage ähnlicher Unternehmungen sicher zu vermeiden sein würden. So hat z. B. die Fabrik die Rohfäkalien unter so ungünstigen Bedingungen erhalten, daß für dieselben resp. für den Transport zur Fabrik nicht unerhebliche Summen bezahlt werden mußten. Jede Fabrikanlage zur Verarbeitung menschlicher Abfallstoffe kann auf die Dauer aber nur dann mit Rente arbeiten, wenn als Grundbedingung kostenfreie Lieferung der Fäkalien zur Fabrik in der einen oder anderen Form gewährleistet wird. Ferner stieß während mehrerer Jahre der Absatz des Dungpulvers in der Freiburger Fabrik auf bedenkliche Schwierigkeiten, weil die irrtümliche Ansicht verbreitet worden war, dieses Dungpulver enthalte pflanzenschädliche Stoffe. Diesen und ähnlichen Umständen dürfte die Schuld beigemessen werden, daß das Unternehmen nicht den erwarteten Gewinn abwarf.

Seit drei Jahren werden in Amsterdam in ganz ähnlicher Weise wie früher in Freiburg die daselbst mit Hilfe des Liernur-Systems gesammelten Fäkalien verarbeitet und zwar mit solchem Erfolge, daß thatsächlich eine Rente erzielt wird, wovon sich Verfasser dieses selbst durch Prüfung der Bücher etc. an Ort und Stelle überzeugen konnte. Das dort befolgte Verfahren ist kurz folgendes:

Die Fäkalflüssigkeit wird mit ca. 1 Proz. Aetzkalk innig vermischt. Dadurch wird das gebundene Ammoniak in Freiheit gesetzt und die Phosphorsäure, Kohlensäure u. s. w. in Form unlöslicher Kalkverbindungen ausgefällt. Das Gemenge wird in hohe Cylinder überführt, in welchen sehr bald eine Klärung in eine schlammartige Masse und eine klare wasserhelle Flüssigkeit erfolgt. Letztere wird nunmehr dem Destillationsprozeß unterworfen. In Amsterdam dient zu diesem Zwecke ein kontinuierlich arbeitender Destillationsapparat von Dr. A. Feldmann, Bremen. Die geklärte Fäkalflüssigkeit tritt bereits vorgewärmt in die obere Kammer dieses cylinderförmigen Apparates, breitet sich hier in dünner Schicht aus und wird durch entgegenströmenden Dampf von za. 105° C zum Sieden erhitzt. Das hierdurch ausgetriebene Ammoniak wird in einen mit Schwefelsäure von 60° Bé. beschickten ausgebleiten Sättigungskasten geleitet und verbindet sich hier mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Ammoniak. In Amsterdam wurden bis zum Schluß des Jahres 1894 täglich ungefähr 250 cbm Fäkalien auf diese Weise verarbeitet. Der Magistrat hat neuerdings indessen beschlossen bis zu 400 cbm täglich auf diese Weise verarbeiten zu lassen. Um dies mit den vorhandenen Apparaten zu ermöglichen, will man in mehreren großen Senkgruben die Fäkalien zunächst in einen dickflüssigen und einen dünnflüssigen Teil zerlegen und nur den letzteren auf schwefelsaures Ammoniak verarbeiten. Die Annahme auf diese Weise billiger arbeiten zu können, dürfte richtig sein; vom hygienischen Standpunkt ist diese Abänderung nicht gut zu heißen.

Die gewonnene Ware ist dem bei der Destillation von Gaswasser erhaltenen schwefelsauren Ammoniak vollständig gleichwertig und von diesem nicht zu unterscheiden. Der Gehalt derselben an Stickstoff beträgt im Durchschnitt 20 Proz. 1 Doppelcentner (100 kg) dieses Salzes

wird in Deutschland augenblicklich zum Preise von M. 27,00 verkauft und findet stets und willig Abnehmer.

Der Düngewert des schwefelsauren Ammoniaks ist ein allgemein bekannter. Die letzten Jahre vornehmlich haben zahlreiche Versuche gezeitigt, welche zur Evidenz nachweisen, daß das schwefelsaure Ammoniak dem Chilisalpeter in seiner Wirkung annähernd gleichkommt. P. Wagner[8] hat an der Versuchsstation Darmstadt zahlreiche Versuche über den Wirkungswert dieses Düngers angestellt und ist dabei zu dem Resultat gekommen, daß 1 Pfd. Stickstoff in schwefelsaurem Ammoniak gleichwertig ist 0,9 Pfd. Stickstoff im Chilisalpeter, sofern für eine Beidüngung von Kalk Sorge getragen ist. Zu fast genau demselben Resultate ist in jüngster Zeit Grahl-Berlin auf Grund zahlreicher Feldversuche gelangt, welche er jahrelang auf Veranlassung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft auf zahlreichen Gütern angestellt hat[12]. Diese Thatsache bürgt dafür, daß die Nachfrage nach schwefelsaurem Ammoniak eine dauernde sein wird, und daß man mithin bei Anlage einer Fabrik zur Herstellung dieses Düngers aus Fäkalien um den Absatz in Zukunft nie verlegen zu sein braucht, zumal da die von der Landwirtschaft gewünschten Mengen von schwefelsaurem Ammoniak heute nicht annähernd beschafft werden können.

Anders verhält es sich indessen mit dem bei diesem Verfahren gleichzeitig gewonnenen Klärrückstande. Derselbe pflegt zunächst in Filterpressen von einem Teil seines Wassers befreit und dann an der Luft nachgetrocknet zu werden. Verfasser hat in Amsterdam Proben des gepressten Klärrückstandes direkt dem Betriebe entnommen und analysiert. Die Analyse ergab folgende Resultate: Gesamtstickstoff 1,277 Proz., darin enthalten: organischer Stickstoff 1,277 Proz, Ammoniakstickstoff fehlt, Trockensubstanz 93,33 Proz., Asche 71,40 Proz., Phosphorsäure 1,90 Proz., Kalk 33,60 Proz., Kohlensäure 26,85 Proz., Wasser 6,67 Proz.

Es stimmt diese Analyse mit den anderweitig gemachten Angaben überein.

So fand König[9] in drei Proben des nach dem Nahnsen-Müller'schen Verfahren gewonnenen Schlammes: 0,309, 0,346 und 0,77 Proz. Stickstoff, sowie 0,398, 0,411 und 1,32 Proz. Phosphorsäure. In dem nach dem Verfahren von Rothe-Roeckner in Essen gewonnenen Schlamme fand derselbe[10] im frischen Zustande 0,24 resp. 0,22 Proz. Stickstoff und 0,399 resp. 0,220 Proz. Phosphorsäure; im wasserfreien Zustande waren darin enthalten 0,877 resp. 0,946 Proz. Stickstoff und 1,459 resp. 0,946 Proz. Phosphorsäure.

Crookes[11] fand in einem nach dem Holden-Prozeß erhaltenen Niederschlage 0,5 Proz. Stickstoff und 0,3 Proz. Phosphorsäure; in einer anderen Probe 1,55 Proz. Stickstoff und 1,98 Proz. Phosphorsäure in der Trockensubstanz.

Weder in Amsterdam noch an anderen Orten, wo ähnliche Klärrückstände gewonnen werden, will es gelingen, dieselben zu verkaufen, trotzdem, wie aus vorstehender Analyse hervorgeht, gewisse Mengen wertvoller Pflanzennährstoffe in diesem Rückstande enthalten sind. Bei näherer Prüfung ist der Grund hierfür allerdings leicht ersichtlich. Die in dem Produkte enthaltenen Pflanzennährstoffe genügen nicht dasselbe auf weitere Strecken versenden zu können; daher ist man in Amsterdam

froh, wenn die Landwirte der Umgegend den Schlamm unentgeltlich abholen.

Den Wert eines Doppelzentners (100 kg) von diesem Schlamm zeigt nachstehende Berechnung, welcher die augenblicklichen Marktpreise zu Grunde gelegt sind: 1,3 kg schwer zersetzlicher organischer Stickstoff 0,80 M., 1,9 kg Phosphorsäure 0,42 M., 60 kg kohlensaurer Kalk 0,16 M., zusammen 1,38 M. Sobald mithin die Transportkosten von der Fabrik bis zum Acker und das Ausstreuen dieses Düngers den Betrag von 1,38 M. pro 100 kg übersteigen, kann der Landwirt selbst bei kostenloser Lieferung seitens der Fabrik von den Rückständen keinen Gebrauch mehr machen.

In einer Menge von 50—60 Ctr. pro ha angewendet, wirkt dieser Rückstand ausgezeichnet, namentlich auf leichtem und mittelschwerem Boden, wie das Verfasser in eigenen, bislang noch nicht veröffentlichten Versuchen konstatieren konnte. Landwirte, welche Gelegenheit hatten, diese Klärrückstände zum Düngen ihrer Felder zu benutzen, bestätigen diese Beobachtung.

Während, wie bereits oben erwähnt, für die Herstellung von Poudrette nur solche Fäkalien verwendet werden können, welche möglichst ganz unvermengt mit Wasser geblieben sind, ist eine Verarbeitung der Fäkalmasse auf schwefelsaures Ammoniak immerhin noch zulässig, wenn gewisse Mengen Wasser dem Rohmaterial beigemengt sind. Dieser Fall wird eintreten, wenn bei sog. getrennten Systemen (Liernur, Shone, Hempel) Wasserklosetts mit beschränkter Spülung eingeführt sind, wie das thatsächlich in Amsterdam beim Liernur-System der Fall ist. Die beste Kontrolle, ob der Grad der Verdünnung für Fäkalien, welche fabrikmäßig verarbeitet werden sollen, überschritten ist oder nicht, wird stets der Stickstoffgehalt derselben bleiben, weil in ganz überwiegendem Grade der Stickstoff den wertbestimmenden Bestandteil der Fäkalien ausmacht. Man kann im allgemeinen annehmen, daß in unverdünnten Fäkalien der Stickstoffgehalt zwischen 0,4—0,8 Proz. schwankt. Demgegenüber ist der Gehalt an Stickstoff in den in Amsterdam auf schwefelsaures Ammoniak verarbeiteten Fäkalien ein wesentlich niedrigerer. Verfasser hat am 26. und 27. Juni 1892 eine Anzahl Proben der zur Verarbeitung bestimmten Fäkalien in der Amsterdamer Fabrik entnommen, deren Analyse die nachstehenden Resultate ergab [12].

(Siehe Tabelle S. 323.)

Der Gehalt an organischem Stickstoff schwankte in diesen Fäkalien innerhalb sehr erheblicher Grenzen, jedoch immer parallel mit der Trockensubstanz, während demgegenüber der Gehalt an Ammoniakstickstoff sich bei den verschiedenen Proben stets ziemlich gleich blieb. Auffallend sind bei diesen Analysen übrigens die großen Differenzen im Kaligehalt zwischen a und d gegenüber b und c sowie die geringe Menge Phosphorsäure bei c.

Je konzentrierter die Fäkalmassen sind, um so höher wird die Rente sein, welche aus der Verarbeitung erzielt wird.

Es ist indessen nicht allein die Konzentration der Fäkalien resp. deren Gehalt an Stickstoff, welcher ausschließlich die Rentabilität bedingt! In ebenso hohem Grade hängt dieselbe ab von dem Kostenpreise der Kohlen, der in den verschiedenen Gegenden außerordentlich schwankt.

Im Liter Fäkalien der Amsterdamer Fabrik waren enthalten:

	a Rohfäkalien vom 26./7. 1892 3 Uhr nachmittags (bei grofser Sonnenwärme, während der Kessel mit den Fäkalien direkt von der Sonne getroffen wurde)	b Rohfäkalien v. 26/7. 1892 $8^1/_2$ Uhr abends	c Rohfäkalien v. 27./7. 1892 6 Uhr morgens	d Rohfäkalien v. 27./7. 1892 $10^1/_2$ Uhr vormittags (Kessel noch im Schatten liegend)
Gesamtstickstoff	4,03	4,04	2,67	3,19
darin enthalten:				
Organischer Stickstoff	1,94	1,76	0,52	1,27
Freies Ammoniak etc.	1,69 } 2,09	1,85 } 2,28	1,95 } 2,15	1,56 } 1.92
Gebd. Ammoniak etc.	0,40	0,43	0.20	0.36
Trockensubstanz	40,23	30.44	11.58	20,88
Asche	13.19	11,19	6,35	8,22
Phosphorsäure	2.90	2,09	0,63	1.38
Chlor	1,56	1,92	1.95	1.56
Kalk	5.41	3,43	0,88	1,62
Kali	2,41	1,31	1,35	2,42
Wasser	959,77	969,56	988,42	979,12

Während beispweise in Augsburg der Preis der Kohlen 24 M. pro Tonne beträgt, ist dasselbe Quantum Kohlen in anderen Gegenden, wie z. B. am Rhein, für 10—12 M. zu erhalten. Es wird der Einfluß des Kohlenpreises ersichtlich, wenn man bedenkt, daß zur Verdampfung von je 1 cbm Fäkalien in Poudrettefabriken im Durchschnitt 90—100 kg Kohlen erforderlich sind, und daß bei der Destillation von schwefelsaurem Ammoniak auch noch für je 1 cbm Fäkalien 25 kg Kohlen verbraucht werden. Immerhin beweist das Beispiel in Amsterdam, wo die Kohlen im Jahre 1892 frei Fabrik pro Tonne M. 13,60 kosteten, daß Fäkalien, welche mit gleichem Volumen Wasser verdünnt sind, nach dem Destillationsverfahren sehr wohl mit Rente verarbeitet werden können, sofern sie kostenfrei zur Fabrik geliefert werden.

Während also, wie wir sahen, sich das Verfahren der Herstellung von Poudrette vorzüglich für solche Städte eignet, welche das Kübel- oder Tonnensystem eingeführt haben, dürfte das Destillationsverfahren mit Erfolg dort zur Anwendung gelangen können, wo die Fäkalien nach einem der getrennten Systeme mit beschränkter Wasserspülung abgeführt werden resp. dort, wo stark vergorener Grubeninhalt verarbeitet werden soll.

Nebenbei sei hier nur erwähnt, daß beide Verfahren eine absolut sichere Tötung sämtlicher in den Fäkalien etwa enthaltenen pathogenen Mikroorganismen gewährleisten. In beiden Fällen werden die Massen mindestens mehrere Stunden auf über 100° C erhitzt. Beim Poudrettierverfahren wird außerdem so viel Schwefelsäure hinzugesetzt, daß eine stark saure Reaktion eintritt, sodaß schon allein hierdurch sämtliche Lebewesen getötet werden müssen. Beim Destillationsverfahren werden genügende Mengen Kalkmilch hinzugefügt, welche auch ohne das nachfolgende Kochen bereits dasselbe Resultat mit einiger Sicherheit herbeiführen.

Es dürfte nicht ausgeschlossen sein, daß eine Kombination beider Verfahren die Rentabilität der Fäkalienverarbeitung erhöhen kann.

Bei der Fabrikation der Poudrette muß ein gewisser nicht unbedeutender Ueberschuß an Schwefelsäure verwendet werden, wenn anders man das Entweichen von Ammoniak verhindern will. Da nun aber durch freie Schwefelsäure die Kochapparate angegriffen werden, so würde es sich vielleicht empfehlen, nur bis zur Neutralisation mit Schwefelsäure zu versetzen und das beim Kochen noch entstehende und mit den Wasserdämpfen entweichende Ammoniak in Schwefelsäure aufzufangen. Je frischer und unvergorener die Fäkalien sind, um so mehr Ammoniak wird bei Anwesenheit genügender Mengen Schwefelsäure beim Kochen entweichen.

3. Dünger aus Klärwerken.

Es muß an dieser Stelle noch eines dritten Düngers Erwähnung gethan werden, welcher in neuerer Zeit in verschiedenen deutschen Städten aus Fäkalien hergestellt wird und in seinen wertbestimmenden Bestandteilen eine ganz ähnliche Zusammensetzung aufweist, wie die bereits erwähnten Klärrückstände vom Amsterdamer Destillationsverfahren. Es sind dies die aus den sog. Kläranlagen herrührenden Düngemittel. Solche Kläranlagen existieren z. B. in Frankfurt a. M., Wiesbaden, Halle a. S., Pankow, Lichterfelde und Potsdam. Verfasser nahm kürzlich Gelegenheit, in Potsdam Proben dieser getrockneten Klärrückstände zu entnehmen, um sie einer Analyse zu unterwerfen, deren Resultat aus nachstehender Zusammenstellung hervorgeht: Feuchtigkeit 4,36 Proz., Gesamtstickstoff 0,43 Proz., Gesamtphosphorsäure 0,60 Proz., Gesamtmagnesia 6,46 Proz., Kalkhydrat 1,93 Proz., kohlensaure Kalkerde 27,73 Proz., Steinchen 1,67 Proz., nicht bestimmt 52,82 Proz.

Die wertbestimmenden Bestandteile, namentlich der Stickstoff, waren also in diesen Klärrückständen noch in bedeutend geringeren Mengen vorhanden als in den Amsterdamer Klärrückständen, welche nach ganz ähnlichem Verfahren gewonnen worden sind. Es ergiebt sich daraus naturgemäß, daß bei diesen Kläranlagen auf einen irgendwie erheblichen Erlös für den Verkauf von seiten der Fabrik niemals gerechnet werden kann. Andererseits ist der Verbrauch der Rückstände für solche Landwirte, welche dieselben unentgeltlich erhalten können, in hohem Grade empfehlenswert, sofern sich nicht zu hohe Transportkosten von der Fabrik bis zum Acker ergeben. Die in Bezug auf ihre baulichen Anlagen großartigen Kläranlagen in Frankfurt a. M. produzieren hiervon beispweise jährlich außerordentlich große Mengen, und es ist den dort wohnenden Landwirten freigestellt, ohne jegliche Entschädigung so viel hiervon zu holen, wie ihnen beliebt. Da diese Rückstände nach dem oben Gesagten auf weite Strecken zu versenden nicht mehr rentabel ist, und da die in der Nähe Frankfurts wohnenden Landwirte nur eine beschränkte Menge auf ihrem Acker verwenden können, kann es nicht überraschend sein, wenn man sieht, wie große Mengen dieser Klärrückstände sich zeitweise in Frankfurt a. M. aufgespeichert haben, für welche es nicht gelingt, Abnehmer zu gewinnen. So verwerflich die erwähnten Kläranlagen hygienischer Hinsicht und für die Reinhaltung

der Flußläufe sind[13], ebensowenig liefern dieselben also ein für die Landwirtschaft brauchbares Düngemittel.

Neuerdings ist es gelungen, ohne Anwendung von Kalk durch ein neues Klärverfahren (Ferozone-Polarite-System) einen 2—3 Proz. Stickstoff und $1^1/_2$—$2^1/_2$ Proz. Phosphorsäure enthaltenden Schlamm zu erzielen. Das dabei entstehende Abwasser ist klar, reagiert neutral und ist durch geringe Menge von Kalkmilch leicht zu desinfizieren[14]. Doch fehlen noch Erfahrungen über die Verwendbarkeit dieser Reinigungsmethode im Großen. — Ein Klärrückstand mit der genannten Menge an Pflanzennährstoffen dürfte seitens der Landwirtschaft stets willig Abnehmer zu einem Preise finden, welcher einen Teil der Kosten des Klärverfahrens decken könnte.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle die Ausnutzung der Fäkalmassen zum Düngen durch Rieselung erwähnt. Die Beschreibung der Rieselfelder und die Ausnutzung der Dungstoffe auf denselben wird in dem folgenden Abschnitte behandelt werden.

1) *Vergl.* **Blasius**, *Dieses Handb.* 2. *Bd.* 1. *Abtlg. S.* 17, *ferner* **Büsing** *a. a. O. S.* 122.
2) *Vergl.* **Blasius**, *Dieses Handb.* 2. *Bd.* 1. *Abtlg. S.* 105.
3) *Württembergisches landwirtschaftliches Wochenblatt* (1883) 559; *daselbst* (1884) 523; *daselbst* (1886) 65. — **Strebel**, *Hopfenbau* 98—100; *vergl.* **Wehmer**, *Dieses Handb. Abtlg.* 2 *S.* 132.
4) *Bericht der Königlichen Lehranstalt für Obst- und Weinbau in Geisenheim a. Rh.* (1882/83) 18.
5) *Briefliche Mitteilungen vom* 6. *Februar* 1890.
6) *Briefliche Mitteilungen vom* 7. *Februar* 1890.
7) *Die Verwertung der städtischen Fäkalien von* **Heyden**, **Alexander Müller** *und* **von Langsdorff**, *Hannover* (1885) 71—79. *Ferner die Verwertung der menschlichen Abfallstoffe, insbesondere die Verarbeitung der Fäkalien zu Dünger- und Ammoniaksalze von* **K. Engler**, *Karlsruhe* (1883) 17—38. — *„Schutz gegen Seuchen“ von Dr.* **J. H. Vogel**, *II. Auflage, Verlag von Bodo Grundmann, Berlin* (1893) 19—21; **Blasius** *und* **Büsing**, *Die Städtereinigung* 2. *Bd.* 1. *Abtlg. dieses Handbuchs.*
8) *Erscheinungen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung, I. Teil, Die Stickstoffdüngung* (1892) 441 *Seiten.*
9) **Koenig**, *Verunreinigung der Gewässer* (1884) 160.
10) **Koenig**, *a. a. O.* 188.
11) **Koenig**, *a. a. O.* 150. *Siehe auch Chem. News* (1872) 73. *Bd.* 217.
12) *Bislang noch nicht veröffentlicht.*
13) **B. Proskauer** *und* **Nocht**, *Z. f. Hyg.* (1891) 10. *Bd.* 111—135.
14) **J. H. Vogel**, *Die Verwertung der menschlichen Abfallstoffe, Heft* 8 *der „Arbeiten“ der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin* 1895 (*im Druck befindlich*).

2. Die Rieselfelder.

Bearbeitet von

Georg H. Gerson, Landwirt in Berlin und **Dr. Th. Weyl,** Privatdocent in Berlin.

Einleitung.

(Verfasser: Th. Weyl.)

Kanalisierten Städten, welche ihre Fäkalien und Gebrauchswässer, mit großen Wassermengen verdünnt, den Sielen übergeben, stehen zur Beseitigung der Abwasser nur zwei Möglichkeiten zu Gebote.

Die gesamten Flüssigkeitsmengen werden entweder einem Flusse übergeben oder sie werden auf Rieselfelder geleitet*).

Unter welchen Bedingungen die Einleitung der Fäkalien und der Abwässer überhaupt in einen Fluß erfolgen kann, soll in der letzten Abteilung dieses Bandes erörtert werden, während die nächsten Kapitel der Besprechung der Rieselfelder: ihrer Anlage, ihrer Bewirtschaftung und ihrem Einflusse auf die öffentliche Gesundheit gewidmet sind.

Die wissenschaftlichen Grundlagen, aus denen die Berechtigung hergeleitet werden kann, den Boden als ein entgiftendes Filter für die Abfälle des menschlichen Haushaltes [1] zu benutzen, wurden erst vor 25 Jahren, und zwar durch jene englische, im Jahre 1868 zum Studium der Flußverunreinigung eingesetzte Kommission [2] gelegt, an deren chemisch-hygienischen Arbeiten Eduard Frankland den Löwenanteil nahm.

Angeregt durch die Resultate dieser Kommission, beschäftigten sich dann Helm und Lissauer, Falk, Fodor, Hofmann, Soyka, Wolffhügel, Schlössing, Warrington und Wollny in der Zeit vor den Reinkulturen mit Fragen verwandten Inhalts [1]. Dann kam die Aera Koch und mit ihr der unumstößliche Beweis, daß die Bakterien des Bodens bei den Zersetzungsprozessen im Boden eine führende Rolle spielen: eine Wahrheit, die von Schlössing

*) Dafs die Abwässer nicht im Wohnboden versickern dürfen, bedarf hier keines Beweises. Siehe Fodor, Hygiene des Bodens, dieses Handb. 1. Bd. 117 ff. und 136 ff.

und Müntz, von Pasteur und seinen Schülern vorher bereits einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhalten hatte[1].

Aber lange vor diesen wissenschaftlichen Ermittelungen haben Rieselfelder für die Städtereinigung eine bedeutsame Rolle gespielt. Besitzt doch die Stadt Bunzlau bereits seits 1559 ein zur Reinigung der städtischen Abwasser bestimmtes Rieselfeld[3], und die ersten englischen Anlagen, nämlich diejenigen der Stadt Edinburgh, funktionieren seit 1760. Der erwähnte englische Bericht[2] vom Jahre 1870 zählt schon 13 kleinere oder größere Rieselanlagen für städtische Abwässer auf, und im Mai 1895 beziffert Roechling[4] deren Zahl auf mehr als 42 (S. 330).

In Deutschland besitzen Berlin, Breslau und Danzig größere Rieselfelder, während in Frankreich nur Paris mit solchen versehen zu sein scheint.

Die große Zahl englischer mit Rieselfeldern versehener Städte deutet nun zwar schon genügend auf die Brauchbarkeit dieser Methode zur Beseitigung der städtischen Abwässer und Fäkalien hin; trotzdem aber scheint es nicht überflüssig, an dieser Stelle diejenigen Gründe kurz zusammenzustellen, welche beweisen, daß das Rieselverfahren mehr als irgend eine andere Methode der Abwässerreinigung leistet.

Die Leistungen jeder Methode zur Beseitigung städtischer Abfälle werden gemessen durch eine Größe, welche angiebt, wie viel Prozente der in den städtischen Abfällen enthaltenen organischen, also fäulnisfähigen Substanzen durch die angewandte Reinigungsmethode mineralisiert oder in anderer Weise unschädlich gemacht wird.

Weiterhin wird in neuerer Zeit auch die Zahl der Keime, die sich in der „gereinigten“ Flüssigkeit vorfinden, als Maßstab für die Brauchbarkeit der angewandten Reinigungsmethode betrachtet.

Von anderen prinzipiell verschiedenen Methoden*), mit denen der Rieselbetrieb in Konkurrenz tritt, sind zu erwähnen:

1) die Verbrennung,
2) die mechanische Reinigung,
3) die chemische Reinigung.

Für die Verbrennung ist es klar, daß dieselbe nur dann mit Aussicht auf Erfolg angewandt werden kann, wenn es sich um leicht verbrennbare und durch Wasser möglichst wenig verdünnte Stoffe handelt.

Diese Bedingungen sind aber bei den städtischen Abfällen nur zum Teil erfüllt. Denn dieselben enthalten zwar im Liter Spüljauche (sewage) bis 4 g verbrennbare organische Substanzen (vergl. die Analysen S. 338 ff.); damit diese Stoffe aber wirklich verbrannt werden können, müssen sie erst völlig von Wasser befreit werden. Diese Verdampfung würde aber Summen verschlingen, welche selbst das reichste Gemeinwesen auf die Dauer aufzubringen außer Stande wäre.

Ebenso liegt auf der Hand, daß die einfache mechanische Reinigung, wie sie durch Filter sich ermöglichen läßt, dem Zwecke nur unvollkommen entspricht, weil ein Filter nur die ungelösten (suspendierten) Stoffe zurückhält, die gelösten aber zum größten Teile unverändert hindurchtreten läßt. Eine Filtration bewirkt also nur —

*) Ausführlicher werden die mechanischen und chemischen Methoden zur Reinigung des Kanalwassers im letzten Abschnitte dieses Bandes gewürdigt.

um einen dem Gärungsgewerbe entlehnten| Ausdruck zu gebrauchen — eine Schönung, keine auch nur annähernd brauchbare Reinigung der städtischen Abwasser.

Zu den mechanischen Reinigungsmethoden wird auch die elektrische, wohl besser elektrolytische, gerechnet, über welche aber ein abschließendes Urteil zur Zeit noch ausgesetzt werden muß, weil es hierzu längerer Erfahrungen bedarf, als bisher vorliegen.

Viel Besseres leisten manche der in großer Zahl beschriebenen chemischen Methoden zur Abwasserreinigung.

Dieselben bieten aber vor allem den Nachteil, daß die Beseitigung, beziehentlich die Verwertung der massenhaften, bei der chemischen Reinigung auftretenden Niederschläge große, man kann getrost sagen, zur Zeit noch nicht überwundenen Schwierigkeiten mit sich bringt.

Eine gute Uebersicht über die Resultate der nach den verschiedensten Methoden versuchten Abwasserreinigung gewährt die nachfolgende Tabelle *), welche dem ersten Berichte der englischen Untersuchungskommission [2] entlehnt ist, obgleich dieselbe,

	Von den gelösten organischen Substanzen wurden entfernt resp. im Boden zurückgehalten (in Proz.)		Von den suspendierten org. Stoffen wurden entfernt
	org. Kohlenstoff	org. Stickstoff	
A. Chemische Reinigung.			
Günstigstes Resultat	50,1	65,8	100
Ungünstigstes Resultat	3,4	0	59,6
Durchschnittliches Resultat	**28,4**	**36,6**	**89,6**
B. Berieselung auf Erde und Sand ohne Pflanzenvegetation.			
a) **Aufsteigende Filtration** durch Sand oder Erde ohne Pflanzenwuchs			
Günstigstes Resultat	50,7	65,5	100
Ungünstigstes Resultat	0,6	12,4	100
Durchschnittliches Resultat	**26,3**	**43,7**	**100**
b) **Absteigende intermitt. Filtration** durch Sand oder Erde ohne Pflanzenwuchs			
Günstigstes Resultat	88,5	97,5	100
Ungünstigstes Resultat	32,8	43,7	100
Durchschnittliches Resultat	**72,8**	**87,6**	**100**
C. Berieselung von Feldern, auf denen eine lebhafte Pflanzenvegetation stattfindet.			
Günstigstes Resultat	91,8	97,4	100
Ungünstigstes Resultat	42,7	44,1	84,9
Durchschnittliches Resultat	**68,6**	**81,7**	**97,7**

*) Die in der Tabelle unter C erwähnte aufsteigende Filtration wird, wegen der technischen Schwierigkeiten, welche sie bietet, nur selten angewandt.

streng genommen, nur für die im Jahre 1869 bekannten Reinigungsmethoden giltig ist. Doch scheinen die neuen, seither entdeckten Methoden das Resultat kaum zu ändern [5], das Resultat: die Reinigung der städtischen Abwässer durch Rieselfelder, auf denen eine lebhafte Pflanzenvegetation stattfindet, ist die beste bekannte Methode der Abwasserreinigung*).

1) **Fodor**, *Hygiene des Bodens, dieses Hdbch.* 1. *Bd.* 117 *ff. und* 136 *ff.*
2) *First Report of the Commissioners appointed in* 1868, *to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers, London* 1870.
3) *Vergl.* **Blasius** *in diesem Hdbch.* 1. *Bd.* 5.
4) *Herrn Ingenieur* **Roechling** *in Leicester verdanke ich die folgende Tabelle* (*S.* 330).
5) *Vergl. auch* **Percy Frankland**, *Some recent results obtained in the practical treatment of sewage, Transact. of the Sanitary Institut Vol. X* (1889).

---

*) Die mehrfach mit Erfolg versuchte Reinigung gewerblicher Abwasser, z. B. von Zucker-, Stärke-, Wollfabriken, durch Rieselfelder wird nicht im folgenden Abschnitte, sondern bei der Lehre von der Flufsverunreinigung und in der speciellen Gewerbehygiene (Bd. 8 dieses Handb.) besprochen werden.

Die hauptsächlichsten Rieselfelder in England nach Roechling.
(Mai 1895.) (Private Mitteilung.)

Nummer	Name der Stadt	Bevölkerung (Volkszählung 1891)	Rieselfelder	
			acres	Hektar
1	Aldershot	25 595	8	3,24
2	Banbury	12 767	136	55,04
3	Bedford	28 023	183	74,05
4	Birmingham	429 171	1227	496,53
5	Blackburn	120 064	689	278,82
6	Burton-upon-Trent	46 047	572	231,47
7	Cheltenham	42 914	560	226,62
8	Crewe	28 761	268	108,45
9	Croydon	102 697	630	254,94
10	Darlington	38 000	320	129,49
11	Doncaster	25 936	264	106,83
12	Edinborough	270 000	333	134,76
13	Enfield	27 000	105	42,49
14	Grantham	16 746	230	93,07
15	Harrowgate	15 000	310	125,45
16	Kidderminster	24 803	172	69,60
17	Leamington	27 000	375	151,75
18	Leicester	180 000	1700	687,94
19	Lincoln	42 000	66	26,71
20	Northampton	61 016	327	132,33
21	Norwich	100 964	500	202,34
22	Nottingham	211 984	1000	404,67
23	Oxford	45 741	370	149,73
24	Peterborough	25 172	300	121,40
25	Reading	60 054	845	341,95
26	Reigate and Redhill	25 000	130	52,61
27	Rugby	11 262	80	32,37
28	Stourbridge	18 000	130	52,61
29	Stretford/Manchester	21 000	40	16,19
30	Tunbridge Wells	27 895	285	115,33
31	Walsall	70 365	146	59,09
32	Walthamstow	45 000	160	64,75
33	Walton-on-the-Hill	40 000	179	72,44
34	Warwick	11 905	134	54,23
35	West Bromwich	60 000	230	93,07
36	West Derby	38 291	207	83,77
37	Wigan	55 013	272	110,07
38	Wimbledon	25 758	74	29,95
39	Willenhall	18 000	33	13,35
40	Withington in Manchester	25 000	70	28,33
41	Wolverhampton	82 620	330	133,54
42	Wrexham	12 552	84	33,99
	Summa	2 625 116	14 074	5695,36

ERSTER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Der landwirtschaftliche Wert des städtischen Kanalwassers.

Wie bereits in dem vorstehenden Abschnitte (s. Vogel dieser Bd. S. 310) begründet wurde, ermittelt man den Wert eines zusammengesetzten Düngmittels durch den Marktwert derjenigen elementaren Düngstoffe, an welchen unsere Felder Mangel zu leiden pflegen. Es sind dies, wie erwähnt, das Kali, die Phosphorsäure und der Stickstoff. Die übrigen pflanzennährenden Elemente, durch deren Fehlen die Vegetation beeinträchtigt werden kann, wie Kalk, Magnesia, Schwefel u. s. w., werden bei der Berechnung der Dungwerte außer Acht gelassen, teils weil ein Mangel an diesen Elementen selten vorhanden ist, teils weil dieselben mit geringen Kosten zu ersetzen sind.

Deutschland besitzt in den Staßfurter Lagern einen fast unerschöpflichen Schatz an Kali, welcher bisher in keinem Staat der Erde in solcher Ausdehnung wiedergefunden wird. Durch Benutzung der Kalisalze in ihren verschiedenen Formen ist daher dem Kalimangel eines Bodens wenigstens in den mittleren preußischen Provinzen und deutschen Staaten auf billige Weise abzuhelfen. Für die von Staßfurt entfernten Gegenden, wie Württemberg, Baden, Bayern, Ostpreußen, spielt allerdings die Fracht eine erhebliche Rolle [7].

Der Preis der Phosphorsäure ist seit 20 Jahren in Deutschland um mehr als die Hälfte gesunken, weil die deutsche Eisenfabrikation durch die von Gilchrist Thomas erfundene Entphosphorung des Eisens ein größeres Quantum von Phosphorsäure in der Thomasschlacke jährlich liefert, als der ganze Phosphorsäurebedarf der deutschen Landwirtschaft beträgt [8].

Aus diesen Gründen können Kali und Phosphorsäure in den für die Ernten erforderlichen Quantitäten jetzt so billig gegeben werden, daß man bei vielen Berieselungsanlagen, wo es sich darum handelt, den Kali- und Phosphorsäuregehalt des Rieselwassers auf dem Felde zu verwerten, wohl überlegen muß, ob die jährlichen Zinsen der kostspieligen Terrain-Aptierung nicht bereits mehr betragen als die Kosten des jährlichen Zukaufs von Kali und Phosphorsäure. Denn während man das Pfund leicht löslicher Phosphorsäure vor 20 Jahren an den Stationen Mitteldeutschlands mit

0,40 M., das Pfund schwer löslicher in gemahlenen Phosphoriten mit 0,20 M. bezahlte, stellen sich die Preise der genannten Stoffe gegenwärtig auf ungefähr ebenso viel pro Kilo.

Das dritte, und zwar am schwersten zu schätzende Düngmittel ist der Stickstoff. Man sollte ihn für das billigste Düngmittel halten, weil er aus der Luft bezogen werden kann; dennoch ist er das kostbarste Düngmittel, wenn er dem Landmann in einer handlichen, leicht verwendbaren Form, wie z. B. als schwefelsaures Ammoniak, oder als salpetersaures Natron aus Chili oder als Peru-Guano oder als trockene Fäkal-Poudrette geboten wird. Man zahlte für das Pfund Stickstoff in diesen Düngmitteln vor 20 Jahren 0,75—1 M. und zahlt jetzt zwei Drittel bis die Hälfte dieses Preises trotz vermehrten Konsums von Chilisalpeter, dessen verstärkte Einfuhr den Preis niedrig hält. Inzwischen haben die viele Jahre lang durchführten Versuche von Schultz-Lupitz[9] und die Experimente Hellriegel's[10] endlich mit Sicherheit erwiesen, daß die Pflanzen, namentlich die Leguminosen, Stickstoff aus der Luft aufzunehmen und zu assimilieren vermögen.

Diese Befähigung der Pflanzen, Stickstoff aus der Luft zu entnehmen, ferner die wandelbare Form des Stickstoffs in der Spüljauche machen es sehr schwer, den Wert derselben überhaupt zu schätzen. Wir können keineswegs sagen, daß das Pfund Stickstoff in der Spüljauche irgend einen bestimmten Wert hat, also nicht etwa die Hälfte oder ein Drittel des Wertes des Stickstoffs im Chili-Salpeter, dem sie dennoch in ihrer schnellen Wirkung, die wieder Folge der schnellen Assimilierbarkeit ihres Ammoniak- und Salpeter-Stickstoffs ist, nahe kommt. Wir können ferner keine genaue Berechnung anstellen, wie viel Stickstoff eine Ernte dem mit Spüljauche sowohl wie mit anderen Düngmitteln abgedüngten Boden entzogen hat; denn wir wissen nicht genau, wie viel Stickstoff in dieser Ernte der atmosphärischen Luft entstammte.

Diese kurzen Andeutungen über den heutigen Stand der Forschung auf dem Gebiete der Pflanzenernährung werden dem nicht wissenschaftlich gebildeten Landwirt oder dem Verwaltungsbeamten oder dem Arzte den Beweis liefern, daß ein bestimmter Wert der Spüljauche pro cbm, welchen die städtischen Verwaltungen den Abnehmern von Spüljauche gern berechnen möchten, kaum gefunden werden kann. Der Stickstoff in der Spüljauche hat für den Landmann unter Umständen ebenso wenig Wert wie der Stickstoff in den Fäkalmassen der Senkgruben.

Den Beweis für die schwierige Verwertung des letzteren liefert die ungeheure Vergeudung dieses Düngmittels auf den Dörfern und Gütern, also auf dem Lande selbst, wo gar keine Transportkosten in Betracht kommen.

Für die Verwertung der Spüljauche, sei es nun durch eigene Regie der Städte oder durch Verpachtung von Rieselfeldern oder durch Abgabe von Spüljauche an Landwirte und Gärtner, kommt sehr stark in Betracht, ob der Abnehmer die Spüljauche fortwährend aufnehmen muß, oder ob er nur verpflichtet ist, dieses flüssige Düngmittel gemäß seinem Bedarf anzuwenden.

Sowohl Kommunen als auch Privatabnehmer, welche neben der Reinigung der Spüljauche eine Verwertung derselben und eine Verzinsung ihrer Anlagen beabsichtigen, werden, wenn deren Aufgabe die fortwährende Aufnahme der Spüljauche ist, einen Teil ihres Terrains derart

aptieren müssen, daß es, entweder wenn große Regenmassen in der Stadt niedergehen und auf die Rieselfelder gelangen, oder wenn die Feldfrüchte eine zu starke Berieselung verbieten, als Sicherheitsventil fungiert und derart reinigt, daß das Drainwasser ohne hygienische Bedenken in den Fluß abgelassen werden kann. Anders liegt die Aufgabe, wenn die städtische Kanalisation die Meteorwässer nicht den Rieselfeldern zuführt, weil dann bedeutend geringere Flüssigkeitsmengen unterzubringen sind, zu deren Reinigung ein viel geringeres Areal an Rieselland genügt.

Aus dem vorstehenden erhellt, daß der Gehalt der städtischen Spüljauche an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure nicht allein für ihren landwirtschaftlichen Wert maßgebend ist. Dieser Wert wird gewöhnlich überschätzt und hängt von allerlei lokalen Umständen, z. B. den Absatzverhältnissen für Gras und Futterrüben, den Arbeitslöhnen und den benutzten Rieselsystemen ab.

Städtische Verwaltungen werden am besten thun, die Spüljauche aus den Abzweigungen ihrer Druckrohrleitungen billig abzugeben, um den Absatz dieses Dungmittels zu vergrößern, und die eigenen Rieselfelder vor Ueberladung mit organischen Substanzen zu bewahren. Gegen diesen Vorteil muß selbst die Erwägung zurückstehen, daß in trockenen Sommern ein Mangel an Spüljauche zum Anfeuchten der städtischen Gras- und Furchenbewässerungsanlagen infolge starken Verbrauchs von Spüljauche durch die Pächter eintreten kann.

Finden sich Landleute, welche diese Flüssigkeit kontinuierlich abnehmen, etwa in der Weise, daß für das zu bewässernde Areal der Querschnitt des Zuflußrohres festgestellt wird, oder daß der städtische Beamte einen Absperrschieber des Zuflußrohres bis zu vereinbartem Querschnitt öffnet, so sollte die Spüljauche kostenfrei geliefert werden.

In dem Kapitel von der Rentabilität der Rieselfelder (S. 356) wird noch nachgewiesen werden, daß größere Anlagen in städtischer Verwaltung es fast niemals über den Zinsertrag gebracht haben, welchen die städtischen Obligationen dem Inhaber liefern. Die Rieselfelder sind also keine Einnahmequelle für die Stadt, sondern ein aus hygienischen Rücksichten gebotenes finanzielles Uebel. Die Spüljauche selbst hat für die städtische Verwaltung keinen Wert. Jede kontinuierliche Abnahme desselben bietet daher eine willkommene Entlastung für das städtische Rieselfeld.

Litteratur siehe Seite 359 *ff.*

ZWEITER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Die Reinigung der Spüljauche durch Bodenfiltration.

a) Auf kleiner Fläche.

Die Spüljauche enthält außer den Exkrementen der Einwohner und Haustiere die Küchen- und Fabrikwässer und den anorganischen Detritus des Straßenpflasters (Analysen von Spüljauchen siehe S. 338).

Die nach den bisherigen Erfahrungen erreichbaren Ziele einer Spüljauchenreinigung durch Niederwärtsfiltration, welche auf verhältnismäßig kleiner Fläche zu geschehen hat, wo also z. B. die Abflußwasser von 400 bis 500 Personen und weit darüber auf 100 ha gereinigt werden sollen, sind folgende:

1) Zurückhaltung aller suspendierten organischen Bestandteile,
2) Umwandlung alles organischen Kohlenstoffs in Kohlensäure,
3) Umwandlung alles organischen Stickstoffs in Salpetersäure,
4) Zurückhaltung der pathogenen Bakterien,
5) Verbrauch eines Teiles der Kohlensäure, der Salpetersäure und des in der Spüljauche vorhandenen Ammoniaks durch Pflanzen, deren Ernten dem Felde entführt werden.

Diese Ziele können erreicht werden

a) durch Benutzung eines nicht allzu porösen Bodens, dessen mittelfeines Korn sowohl eine große Flächenanziehung ausübt, als auch Luftzufuhr gestattet.

Es eignen sich hierfür am besten diejenigen Bodenarten, welche der Landmann als humosen Sand, lehmigen Sand, sandigen Lehm und humosen sandigen Lehm bezeichnet. Ungünstiger wirkt grobkörniger Sand, der aber nach längerer Benutzung wegen seiner Anreicherung mit Humus ein besseres Filter darstellt als im Anfang, wenn der Sand frei ist von organischer Beimengung. Ein ungünstiges Filtermaterial ist ferner strenger Thon, der bei Trockenheit Risse bekommt und in nassem Zustande der Ausströmung der Luft zu wenig Poren bietet.

b) Die Luftzuführung muß bis zur ganzen Tiefe des Filters nach Möglichkeit gefördert werden, sowohl durch intermittierende, also nicht fortwährende Filtration, als auch durch eine Röhrendrainage. Diese verfolgt aber nicht allein den Zweck der Wasser-

abführung, wie die gewöhnlichen ländlichen Drainagen, sondern auch den der stärksten Luft, also Sauerstoffzuführung. Zu diesem Zweck wird sowohl die lichte Weite der Röhren als auch die Entfernung der Röhrenstränge voneinander größer gewählt als bei Drainagen für ländliche Zwecke.

Wir möchten unsere Wünsche für eine derartige Anlage, die auf kleinster Fläche das Größte leisten soll, dem Arzt dadurch klar machen, daß wir den Erdboden mit einer Lunge, die Spüljauche mit venösem Blut, die großen Röhrenstränge, genannt Sammeldrains, mit den großen Bronchien und die schwächeren Drains mit den feinsten Bronchien (Bronchiolen) vergleichen. Ebenso wie der Sauerstoff der Luft das venöse Blut oxydiert und in arterielles verwandelt, so soll die Spüljauche derart oxydiert werden, daß ihr organischer Kohlenstoff und Stickstoff in sauerstoffreichere anorganische Formen umgesetzt wird und als Kohlensäure und Salpetersäure im Boden und im Drainwasser erscheint. Bei Erstrebung dieses Zieles werden wir unterstützt durch die Thätigkeit von luftbedürftigen (aëroben) Bakterien; wir müssen deshalb schon aus diesem Grunde suchen, unser Bodenfilter, besonders bei Temperaturen, in welchen Mikroorganismen thätig sein können, durch Sauerstoffzuführung zu beleben.

c) Die Zurückhaltung pathogener Bakterien wird bei der Filtration der Spüljauche durch ein der Trinkwasserfiltration analoges Verfahren am besten gefördert. Es hat sich herausgestellt, daß Trinkwasserfilter die pathogenen Bakterien am besten zurückhalten, wenn diese Filter nicht überarbeitet werden. Es hat sich ferner gezeigt, daß ein grobkörniges Sandfilter die Bakterien nicht zurückhält, ein feinkörniges ihnen in der ersten Zeit, wenn auch in ganz geringer Zahl, den Durchgang verstattet, denselben aber verwehrt, sobald sich durch Wucherung kleinster Tiere und Pflanzen die Poren des Filters verkleinert haben, wodurch sowohl eine größere mechanische Hinderung für den Durchgang der Bakterien als auch eine größere Flächenanziehung geschaffen wird.

Die Spüljauche kanalisierter Städte ist nun unendlich viel reicher an Bakterien und im Falle des Vorhandenseins von Seuchen in der kanalisierten Stadt wohl auch von pathogenen Bakterien als irgend ein Flußwasser, welches nach seiner Filtration mittels Sandes ein gutes Trinkwasser abgeben soll. Auf der anderen Seite wird kein Gesundheitsamt an das Drainwasser filtrierter Spüljauche in Bezug auf Freisein von Bakterien ähnliche Ansprüche stellen wie an ein Trinkwasser, wenn auch dieses Drainwasser in einen Fluß gelangt, und sogar vielleicht an einem stromaufwärts von einer Trinkwasserschöpfstelle gelegenen Punkte.

Was den Bakteriengehalt gewöhnlichen Ackerbodens betrifft, so pflegt der durch Pflug oder Spaten in gewöhnlicher Tiefe (0,40 m), also in seinen größeren Tiefen bisher nicht bewegte oder, wie der technische Ausdruck lautet, gewachsene Boden in $1^1/_3 - 1^1/_2$ m Tiefe bakterienfrei zu sein; derselbe ist allerdings einem sehr viel schwächeren Zugang von Bakterien ausgesetzt als ein Spüljauchenfilter. Wir erhalten indessen sowohl durch unsere an Sandfiltern gemachten Erfahrungen[5,6], als auch durch die bereits erwähnten Beobachtungen, wonach die tieferen Bodenschichten frei von Bakterien sind, Fingerzeige dafür, wie ein Spüljauchenfilter für Zurückhaltung von Bakterien am zweckmäßigsten hergestellt wird: *das Korn des Bodens sei fein*, sodaß keine Zwischenräume entstehen, es sei in den oberen Schichten nicht frei von organi-

schen Bildungen, also nicht steril. Aufs sorgfältigste ist zu verhüten, daß bei Anlage des Filters größere Hohlräume dadurch entstehen, daß die Draingräben beim Zuschütten nicht in ganzer Tiefe festgestampft werden. Es ist ferner ein strenger Thonboden zu vermeiden, der beim Trockenwerden Risse bekommt und damit Durchgang für Wasser bildet. Während man bei der gewöhnlichen Felddrainage auf die gelegten Drainröhren zuerst Mutterboden von der Ackerkrume und sodann den ausgehobenen Erdboden zu schütten und erst, wenn der ausgehobene Graben vollgefüllt ist, die oberste Schicht festzutreten und festzustampfen pflegt, genügt ein solches Verfahren keineswegs für Spüljauchenfilter, zumal bei diesem Verfahren sich leicht Rinnsale in den losen Erdschichten bilden, die die Spüljauche mangelhaft gereinigt zu den Drains gelangen lassen. Der Boden ist für die Zwecke der Spüljauchen-Reinigung vielmehr in dünnen Schichten festzustampfen und fest an die Seitenwände der Draingräben heranzudrücken.

Wir haben in dem Vorstehendem sowohl die erreichbaren Ziele als auch die zur Erreichung derselben erforderlichen Maßnahmen für Reinigung der Spüljauche auf verhältnismäßig kleiner Fläche geschildert und dürfen annehmen, daß ein von organischem Stickstoff und Kohlenstoff und überhaupt von organischen Bestandteilen ziemlich freies Drainwasser erreicht werden kann bei einer zweckmäßigen Anlage und Handhabung, welche die Abflußwasser von 4—500 Personen, also durchschnittlich 400—500 × 100 Liter, also 40—50 cbm täglich, eventuell verdünnt und vermehrt durch Meteorwasser, auf 100 ha reinigt.

b) Die Reinigung der Spüljauche durch Bodenfiltration auf großer Fläche.

Stehen sehr viel größere Flächen zur Verfügung, als soeben angegeben, vielleicht so große, daß fast von einer Verwertung der düngenden Bestandteile der Spüljauche im landwirtschaftlichen Sinne die Rede sein kann, so kommt ein anderes Moment für die Reinigung in Betracht, auf welches wir bei Reinigung auf kleiner Fläche kein allzu großes Gewicht gelegt haben, nämlich die Entnahme anorganischen Stickstoffs (Ammoniaks und Salpetersäure) und anorganischen Kohlenstoffes (Kohlensäure) durch Pflanzen, welche einen großen Stickstoffbedarf haben und deren Ernten dem Felde vollkommen entführt werden. Der größte Stickstoffbedarf spielt aber bei Aufbringung der Spüljauche von 4—500 Personen pro ha keine Rolle, wie vielfach seitens des Verfassers erörtert worden ist[4]. Die reichliche Stickstoffdüngung eines Feldes im landwirtschaftlichen Sinne wird bereits durch die Exkremente von 80 Personen pro ha vollendet. Wir werden also von den Drainwassern ähnlich schwach mit Spüljauche gedüngter Felder verlangen können, daß sie ebenso wie die Drainwässer gedüngten Ackers nicht allein frei von organischem Stickstoff, sondern überhaupt frei von Stickstoff seien, daß sich also kaum nachweisbare Spuren von salpetriger oder Salpetersäure oder Ammoniak in ihnen finden.

Für die Berliner Rieselfelder verlangt die staatlicherseits seiner Zeit eingesetzte Ueberwachungskommission eine Fläche von mindestens 1 ha für die Dejekte von 250 Köpfen. Bei einer solchen Fläche wird immer ein erhebliches Quantum von anorganischem, also unschädlichem

Stickstoff in dem Drainwasser vorhanden sein. Nach Grandke[31] waren im Jahre 1889 im Durchschnitt folgende Flächen für die Reinigung der Spüljauche benützt:

In Osdorf	1	ha	für	die Dejekte	von	446	Menschen
„ Grofsbeeren	1	„	„	„	„	538	„
„ Falkenberg	1	„	„	„	„	334	„
„ Malchow	1	„	„	„	„	242	„

Wir werden die erreichbaren Ziele einer Reinigung der Spüljauche auf großer Fläche, etwa von 80—100 Einwohnern pro ha, folgendermaßen fassen dürfen:

1) Freisein des Abflußwassers von Stickstoff überhaupt, also nicht allein von organischem Stickstoff,
2) Freisein desselben von pathogenen Bakterien,
3) Freisein von organischem Kohlenstoff,
4) Zurückhaltung aller suspendierten organischen Bestandteile.

Bei dieser Reinigung der Spüljauche auf einer ihrem Stickstoffgehalt angemessenen Fläche spielt die Entnahme der Pflanzen an Stickstoff natürlicherweise eine bedeutende Rolle, weil dieselbe oft ebenso viele Kilo wiegt wie der aufgerieselte Stickstoff, zu welchem allerdings ein schwer festzustellendes Quantum von atmosphärischem Stickstoff hinzutreten mag.

Häufig werden diese Felder bei trockenem Boden überhaupt kein Abflußwasser, sei es durch Drains oder offene Gräben, liefern, wenn nicht Regengüsse das Wasserquantum sowohl auf dem eigenen Areal als auch auf dem Areal der Stadt vermehren.

Wo kein Abflußwasser sichtbar ist, werden sich die erwähnten Anforderungen auf das Grundwasser beziehen müssen. In Bezug auf Verhütung einer Verunreinigung des Grundwassers, welches in sandigem oder kiesigem Boden weite Wege zurücklegt und Brunnen beeinflussen kann, ist sowohl bei Reinigung auf großer als auch auf kleiner Fläche bei der Nähe von Brunnen eine undurchlässige Schicht erwünscht, die das Grundwasser im Niveau der Drainröhren hält und mit dem Drainwasser abführt.

Die Erfolge oder die Leistungen der verschiedenen Berieselungsanlagen in Bezug auf Reinigung der Spüljauche werden vornehmlich durch die chemische und bakteriologische Untersuchung festgestellt.

Wir geben deshalb im folgenden einen Teil derjenigen Analysen wieder, welche die Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke Berlins in ihren Berichten vom Jahre 1889 bis 1892 veröffentlicht hat, und verweisen den Leser für das Studium weiterer Analysen gereinigten und ungereinigten Kanalwassers auf die im Litteraturverzeichnis unter [30] genannten Berichte:

(Siehe Tabelle 1—7 S. 338, 339, 340, 341.)

Tabelle 1.

Osdorf.

1. April 1885 bis 31. März 1886.

100 000 Teile enthalten:	Spüljauche filtriert		Drainwasser von Bassins		
	No. 154 Schieber 45 30. 6. 1885	No. 178 Schieber 24 1. 1. 1886	No. 171 Bassin XII 14. 11. 1885	No. 177 Bassin XV 1. 1. 1886	No. 181 Bassin IV 14. 2. 1886
Trockenrückstand	61,68	93.52	57,92	59,60	108,96
Glühverlust desselben	16.80	32,08	8,32	10,32	27,2
Glührückstand	44.88	61,44	49,60	49,28	81,76
Uebermangansaures Kali erfordert	22,28	27,81	3,89	6,92	17,07
Ammoniak	} 8,76	13.2	0,2	1,10 } 1,19	1,40 } 1,48
Organ. gebund. Ammoniak			0,08	0,09	0,08
Salpetrige Säure (N_2O_3)	—	—	0,29	Spur	1,27
Salpetersäure (N_2O_5)	Spur	—	2,38	Spur?	—
Schwefelsäure (SO_3)	5,27	7,06	—	—	—
Phosphorsäure (P_2O_5)	1,65	2,70	Spur	sehr gering	ziemlich viel
Chlor (Cl)	10,77	19,05	13,29	12,93	20,75
Kali (K_2O)	3,60	6,44	—	—	—
Natron (Na_2O)	10,16	18,59	—	—	—

Tabelle 2.

00 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Beetanlagen in Osdorf							
	No. 143 Beet 19a und b 9. 4. 1885	No. 147 Beet 116 1. 5. 1885	No. 150 Beet 129 1. 6. 1885	No. 152 Beet 159 30. 6. 1885	No. 160 Beet 98 31. 7. 1885	No. 163 Beet 154 31. 8. 1885	No. 165 Beet 95 30. 9. 1885	No. 1 Beet und 1. 1. 1
ockenrückstand	91,76	82,24	79,28	91,76	64,40	72,56	73,76	83,36
ühverlust desselben	10,72	17,12	11,04	12,64	7,84	13,44	11,92	8,48
ührückstand	81,04	65,12	68,24	79,12	56,56	59,12	61,84	74,88
ebermangansaures Kali erfordert	3,03	1,42	1,74	3,74	2,36	4,01	3,41	2,18
nmoniak	0,16 } 0,23	0,24 } 0,28	0,22 } 0,25	0,16 } 0,19	0,03 } 0,6	0,09 } 0,13	0,07 } 0,11	0,08 } c
g. gebund. Ammoniak	0,7	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
lpetrige Säure (N_2O_3)	0,38	0,86	0,44	0,28	0,27	0,57	0	Spur
lpetersäure (N_2O_5)	20,91	19,42	12,17	22,84	7,29	10,57	11,48	13,51
hwefelsäure (SO_3)	8,24	—	—	7,28	—	—	7,90	—
osphorsäure (P_3O_5)	Spur	Spur	Spur	starke Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
lor (Cl)	13,17	10,92	12,14	12,20	12,07	13,47	13,35	13,90
ali (K_2O)	2,43	—	—	4,07	—	—	2,17	—
atron (Na_2O)	13,33	—	—	13,66	—	—	12,72	—

Tabelle 3.

00 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Wiesenanlagen in Osdorf							
	No. 142 Wiese No. 12 u. 13 9. 4. 1885	No. 146 Wiese 110 1. 5. 1885	No. 149 Wiese 145 1. 6. 1885	No. 153 Wiese 118 30. 6. 1885	No. 159 Wiese 1 31. 7. 1885	No. 162 Wiese 128 31. 8. 1885	No. 166 Wiese 6a 30. 9. 1885	No. 1 Wiese 14. 188
rockenrückstand	68,64	72,32	72,72	86,72	84,32	79,52	84,72	75,28
lühverlust desselben	6,56	10,88	10,40	8,72	10,08	8,24	8,08	11,76
lührückstand	62,08	61,44	62,32	78,00	74,24	71,28	76,64	63,52
ebermangansaures Kali erfordert	1,26	1,71	1,72	2,11	2,78	2,75	0,95	3,70
mmoniak	0,05 } 0,09	0,04 } 0,07	0,08 } 0,11	0,02	0,03 } 0,07	0,07 } 0,10	0,01	0,10 }
rg. gebund. Ammoniak	0,04	0,03	0,03	Spur	0,04	0,03	Spur	0,07
alpetrige Säure (N_2O_3)	0,21	—	0,46	—	Spur?	0,39	—	0,23
alpetersäure (N_2O_5)	12,20	15,09	8,27	15,16	11,03	10,46	11,57	10,73
chwefelsäure (SO_3)	7,42	—	—	8,68	—	—	9,02	—
hosphorsäure (P_2O_5)	Spur	Spur	Spur	Spur	starke Spur	Spur	Spur	Spu
hlor (Cl)	11,04	11,11	14,69	12,80	13,04	13,05	13,78	13,71
ali (K_2O)	2,14	—	—	1,69	—	—	1,58	—
atron (Na_2O)	11,29	—	—	12,73	—	—	13,80	—

Tabelle 4.

Osdorf und Großbeeren.

1. April 1888 bis 31. März 1889.

00 000 Teile enthalten:	No. 329 Spüljauche filtriert aus Schieber 18 in Osdorf 14. 6. 88	No. 361 Spüljauche filtriert aus Schieber 12 in Großbeeren 18. 12. 88	No. 364 Spüljauche filtriert aus Schieber 18 in Osdorf 14. 1. 89	No. 331 Drainwasser Wiese 43 in Großbeeren 2. 7. 88	No. 332 Drainwasser Wiese 1 in Osdorf 2. 7. 88	No. 346 Drainwasser Wiese 185 in Osdorf 31. 10. 88	No. 359 Drainwasser Beetanlage 268 in Osdorf 17. 12. 88	No. 375 Drainwasser Bassin XVI in Osdorf
rockenrückstand	124,56	95,92	105,76	80,08	135,42	125,76	73,20	118,72
lühverlust desselben	21,88	20,96	30,40	14,88	18,72	14,40	8,08	14,40
lührückstand	102,68	74,96	75,36	65,20	117,00	111,36	65,12	104,32
ebermangansaures Kali erfordert	27,78	34,29	33,18	4,74	3,13	3,29	0,38	10,23
mmoniak	} 7,78	} 10,90	} 19,58	0,12 } 0,18	0,03 } 0,03	0,56 } 0,66	0,02 } 0,02	1,44 } 1
rg. gebund. Ammoniak				0,06	Spur	0,10	Spur	0,16
lpetrige Säure	—	—	—	0,93	0,38	1,71	6,95	—
lpetersäure	—	—	—	10,01	17,83	20,39	—	—
hwefelsäure	10,05	7,06	8,60	4,72	—	—	—	—
hosphatsäure	2,216	2,54	4,304	0,176	starke Spur	0,24	0,11	Spur
hlor	39,14	21,00	23,01	21,9	27,49	25,97	11,89	29,25
ali	5,40	6,87	6,12	3,12	—	—	—	—
atron	34,88	21,43	20,30	18,40	—	—	—	—
Keime in 1 ccm	—	—	—	—	—	56 000	240	29 440

Tabelle 5.

1. April 1884 bis 31. März 1885.

100 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Beetanlagen					
	158 1. 4. 1884 No. 73	100 1. 5. 1884 No. 74	22a 16. 7. 1884 No. 75	166 1. 9. 1884 No. 76	186 15. 10. 1884 No. 77	184 16. 1. 1885 No. 78
Trockenrückstand	79,52	85,04	129,04	84,88	62,40	66,56
Glühverlust desselben	9,28	9,28	20,24	12,40	8,48	8,32
Glührückstand	70,24	75,76	108,80	72,48	53,92	58,24
Uebermangansaures Kali erfordert	1,67	1,99	3,86	3,41	6,32	3,01
Ammoniak	0,08 } 0,15	0,03 } 0,08	0,28 } 0,36	0,06 } 0,10	0,90 } 1,02	0,10 } 0,16
Org. gebund. Ammoniak	0,07	0,05	0,08	0,04	0,12	0,06
Salpetrige Säure (N_2O_3)	0,59	—	0,46	—	—	0,53
Salpetersäure (N_2O_5)	13,86	12,98	22,24	9,48	Spur	8,73
Schwefelsäure (SO_3)	10,54	—	12,08	—	8,05	7,42
Phosphorsäure (P_2O_5)	Spur	Spur	sehr geringe Menge	Spur	mehr als Spur	Spur
Chlor (Cl)	12,93	13,08	14,08	14,69	12,20	12,77
Kali (K_2O)	2,12	—	5,57	—	3,40	3,02
Natron (Na_2O)	13,76	—	17,93	—	18,01	12,28

Tabelle 6.

1. April 1890 bis 31. März 1891.

100 000 Teile enthalten:	Spüljauchen			Grabenwasser		Drainwasser v. Bassins	
	No. 70 Grofsbeeren 15. 7. 90	No. 93 aus Schieber 15 in Osdorf 1. 12. 90	No. 95 aus Schieber 11 in Grofsbeeren 1. 12. 90	No. 63 Lilowgraben in Osdorf 8. 7. 90	No. 82 Hauptentwässerungsgraben in Grofsbeeren 15. 9. 90	No. 61 Bassin XII in Osdorf 2. 6. 90	No. 107 Bassin XII in Osdorf 2. 2. 91
Trockenrückstand	93,44	164,88	133,68	117,92	88,24	109,76	86,28
Glühverlust desselben	22,00	43,76	39 52	16,72	9,76	27,68	12,08
Glührückstand	71,44	121,12	94,16	101,20	78,48	82,08	74,20
Uebermangansaures Kali erfordert	30,65	61,90	53,09	3,70	2,69	16,48	7,51
Ammoniak	} 8,81	} 23,61	} 17,39	0,64 } 0,72	0,24 } 0,28	1,76 } 1,84	1,76 } 1,90
Org. gebund. Ammoniak				0,08	0,4	0,08	0,14
Salpetrige Säure	—	—	—	0,67	0,34	—	0,74
Salpetersäure	—	—	—	9,38	7,95	Spur	0,41
Schwefelsäure	2,417	8,71	5,01	10,41	—	—	7,80
Phosphorsäure	3,224	3,964	3,248	0,275	0,208	—	0,26
Chlor	24,52	50,67	37,02	27,73	18,02	29,74	26,15
Kali	4,46	9,94	6,24	2,87	—	—	3,86
Natron	21,27	43,65	28,25	24,13	—	—	22,35
Keime in 1 ccm	—	—	—	17 600	22 400	23	120 000

Tabelle 7.

1. April 1890 bis 31. März 1891.

100 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Beetanlagen					
	No. 59 Beet 3 in Osdorf 1. 5. 90	No. 60 Beet 161 in Grofsbeeren 2. 6. 90*	No. 79 Beet 3 in Osdorf 10. 9. 90	No. 80 Beet 284 in Osdorf 10. 9. 90	No. 87 Beet 198 in Osdorf 15. 11. 91	No. 94 Beet 2 in Osdorf 1. 2. 91
Trockenrückstand	126,24	120,24	115,68	111,44	220,40	88,48
Glühverlust desselben	21,22	25,36	14,00	15,52	37,60	9,68
Glührückstand	105,12	84,88	101,68	95,92	182,80	78,80
Uebermangans. Kali erfordert	2,56	5,88	4,04	3,00	6,10	9,42
Ammoniak	1,28 } 1,37	1,28 } 1,37	0,96 } 1,04	0,32 } 0,38	0,03 } 0,14	1,28 } 1,36
Organ. gebund. Ammoniak	0,9	0,09	0,08	0,06	0,11	0,08
Salpetrige Säure	2,28	1,62	0,98	0,70	0,97	—
Salpetersäure	14,33	5,82	10,81	6,99	57,20	—
Schwefelsäure	—	6,70	—	—	—	—
Phosphorsäure	0,192	0,216	0,16	0,225	0,40	0,34
Chlor	28,16	22,88	30,83	24,57	44,18	24,03
Kali	—	4,43	—	—	—	—
Natron	—	23,70	—	—	—	—
Keime in 1 ccm	198 000	12 800	58 080	68 400	146 080	696 000

Die vorstehenden Tabellen zeigen, daß die Beetanlagen (Tabelle 2, 4, 5, 7) in Bezug auf Oxydation der organischen Substanz in der Spüljauche meistens nicht allzuviel leisten, denn das Drainwasser derselben enthält $^1/_6$ bis $^1/_7$ von der organischen Substanzmenge der Spüljauche. Durchaus unbefriedigend sind die Leistungen der Einstaubassins (Tabelle 1, 4, 6), gegen deren rohe Anlage und nicht intermittierenden Betrieb sich Verfasser mehrfach ausgesprocben hat. Dieselben sind nichts weiter, als Teiche von Spüljauche mit drainierter Sohle. Das Drainwasser derselben enthält nach den meisten Analysen der Jahresberichte von 1885 bis 1892 ein Drittel und zuweilen sogar die Hälfte der organischen Substanz der Spüljauche! Dagegen findet durch die Wiesenanlagen (Tabelle 3, 4) eine fast vollkommene Mineralisierung aller organischen Stoffe der Spüljauche statt.

Litteratur siehe S. 359 *ff.*

DRITTER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Technik der Rieselfeldanlagen.

Die den Rieselfeldern zuzuführenden Flüssigkeitsmengen in kanalisierten Städten wechseln mit den Tageszeiten, wie dies früher von Büsing S. 145 dieses Bandes auseinandergesetzt wurde. Sie sind aber in besonders hohem Maße abhängig von den atmosphärischen Niederschlägen, wenn nicht, wie dies in wenigen europäischen, namentlich aber in englisch-indischen Städten der Fall ist, die Meteorwässer dem nächsten Flußlauf zugeführt werden und nur die Hauswässer auf Rieselfelder gelangen.

Während schon die oben geschilderten Verhältnisse auf die Technik der Berieselung von wesentlichem Einflusse sind, ist diese weiter abhängig von dem Zwecke, welchen die Rieselanlage zu erfüllen hat.

Wir haben zu unterscheiden, ob es sich um Anlagen mit dauernder Terrainaptierung oder um Anlagen mit vorübergehender oder ohne Terrainaptierung handelt. Ferner müssen unterschieden werden: Anlagen, welche auf kleiner Fläche große Spüljauchenmassen reinigen sollen, wobei eine Rentabilität durch landwirtschaftliche Nutzung wenig in Frage kommt, oder Anlagen, welche neben der Unterbringung und Reinigung der Spüljauche auch noch Verzinsung der Anlage bezwecken. Drittens sind noch Anlagen zu behandeln, die lediglich eine Verwertung und landwirtschaftliche Nutzung der Spüljauche ins Auge fassen. Diese letzteren werden von Privatleuten ausgeführt, welche Spüljauche nach Bedarf aus den angrenzenden städtischen Druckrohrleitungen entnehmen dürfen, also unabhängig davon sind, ob die Stadt vielleicht infolge von Regengüssen oder Schneeschmelzen große oder kleine Spüljauchenmengen auf den Rieselfeldern zu reinigen hat.

a) Die Drainage der Rieselfelder.

Bei der Lüftung und Entwässerung der Rieselfelder spielt die Drainage eine bedeutende Rolle. Die gewöhnliche Entwässerung nasser Ländereien fand früher durch offene Gräben statt, welche indessen, wenn eine vollkommene Trockenlegung erfolgen soll, auf vielen Arealen so dicht aneinander gelegt werden müssen, daß die Ackerarbeit dadurch gehindert wird. Aus diesen und anderen Gründen, die wir übergehen, weil ihr Verständnis eine fachwissenschaftliche Vorbildung

voraussetzt, wendet man eine unterirdische Entwässerung an, wie sie schon in alten Zeiten mittels Einlegens von Ziegelbrocken, Feldsteinen und Strauchwerken in Gräben, die später zugeschüttet wurden, in allerdings wenig vollkommener Weise angewandt wurde. Eine gründliche Entwässerung nasser Felder wurde in großer Ausdehnung erst seit Erfindung der Fabrikation von Drainröhren auf sogenannten Röhrenpressen möglich. Mit Hilfe der Drainröhren ist diese Melioration derart vervollkommnet worden, daß wir ihre Technik als ziemlich abgeschlossen betrachten können. Sie gewährt dem Landmann häufig die Erstattung der ganzen Meliorationskosten in 2—3 Ernten. Man verwendet scharf gebrannte Thonröhren von 0,03—0,20 m lichter Weite und von 0,33—0,50 m Länge. Die Weite der Röhren sowohl wie die Entfernung und Tieflegung der Röhrenstränge richtet sich nach dem Wassergehalt der Wasser führenden Schichten, nach dem Thongehalt des Bodens, der Regenhöhe der betreffenden Gegend, dem Gefälle des Feldes u. s. w. Für unsere besonderen Zwecke kommen noch zwei Momente hinzu, welche uns, je nachdem viel oder wenig Spüljauche auf einer gewissen Fläche gereinigt werden soll, dahin führen, die lichte Weite der Röhren größer und die Entfernung der Röhrenstränge von einander kleiner zu wählen als bei gewöhnlichen Drainagen, nämlich die Abführung einer größeren Wassermasse und die Zuführung einer größeren Luftmenge zu den Bodenschichten.

Der Hergang beim Drainieren eines Feldes ist der folgende: Zuvörderst wird nach Aufnahme eines sogenannten Netznivellements der Drainageplan entworfen, aus welchem die Tiefenlage der Saug- und Sammeldrains und ihr Gefälle zu ersehen ist. Der Techniker bestimmt ferner nach Abwägung aller Umstände die Weite der Röhren und die Entfernung derselben voneinander. Es wird sodann mit dem Ausheben der Gräben für das Hineinlegen der Röhrenstränge mit besonders hierzu geformten Spaten, welche ein langes und schmales Blatt haben, geschritten. Um so wenig Erde als möglich zu bewegen, werden diese Gräben nur so breit gemacht, daß der Arbeiter darin zur Not stehen kann. Nach Fertigstellung einer Anzahl von Gräben wird die Sohle abnivelliert und dem Nivellement entsprechend durch ein besonders geformtes Instrument, Schwanenhals genannt, Erdboden aus demselben ausgehoben, wobei der Arbeiter außen neben dem Graben stehen bleibt, was ihm der Stiel des Instrumentes gestattet. Nach vollkommenem Nivellieren und Glätten der Sohle wird mit dem Legen der Röhren, und zwar vom oberen Ende der Gräben an nach unten angefangen. Für diese Arbeit wird der sogenannte Legehaken, ein fußlanges Stück Rundeisen, in rechtem Winkel an 2 m langem Stiel angesetzt, benutzt, ein Instrument, das ebenfalls die Arbeitsausführung von einem Standpunkt außerhalb des Grabens gestattet. Man legt die Drainröhren von den obersten Punkten der Saugedrains anfangend nach unten hin, also Gefälle abwärts, damit das in den Gräben befindliche, mit Erdteilchen beladene Wasser in den Röhren abfließt und nicht von oben in die neu zu legenden Röhren einfließt. Die Saugedrains von kleinerem Durchmesser werden gewöhnlich mit dem stärksten Gefälle des Terrains gelegt und münden in einen stumpfen Winkel in Sammeldrains von größerer lichter Weite, die schließlich in offenen Kanälen oder in einem Wasserlauf endigen. Bei Drainagen auf Rieselfeldern, die eine starke Luftzu-

führung bewirken sollen, ist Wert darauf zu legen, daß die Sauge- und Sammeldrains nicht allzu lang werden, bis sie in den offenen Graben und damit an diejenige Stelle ausmünden, von welcher die Luft eintreten soll, wenn die Röhren ganz oder teilweise wasserfrei sind. Verfasser schlägt vor, für außerordentlich starke Sauerstoffführung noch in senkrechter Richtung Luft zu den Drainröhren mittels eiserner Standröhren zuströmen zu lassen, wenn die Drainstränge mehrere 100 m lang sind.

Auf die Sauerstoff- oder Luftzuführung zu dem Bodenfilter wird im allgemeinen von den Technikern zu wenig Gewicht bei Rieselfelddrainagen gelegt [19] [20].

b) Die Oberflächengestaltung der Rieselfelder (Terrainaptierung).

Die Anlagen, bei welchen eine Verwertung der Spüljauche gar nicht in Frage kommt, sind in erster Linie diejenigen, welche gleichsam Sicherheitsventile für die übrigen Rieselfeldanlagen bilden sollen. Auf den Berliner Rieselfeldern werden für diese Zwecke von Natur horizontal liegende Flächen mit einem etwa 1 m hohen Wall umgeben, drainiert und einfach als Einstau-Bassins von sehr bedeutender Ausdehnung benutzt. Bei dem jetzigen Areal der Berliner Rieselfelder und ihrem regelmäßigen Betrieb kommt eine derartige Einstauung der Spüljauche nur in den Jahreszeiten vor, wo die Vegetation ruht.

Es ist gegen eine derartige Anlage vor allem einzuwenden, daß dieselbe, wenn das Bassin einmal gefüllt und Wochen und Monate lang benutzt wird, wobei die Drainröhren vollfließen, keine Luft durch den Boden mit der Spüljauche in Berührung kommen kann, also eines der wirksamsten Mittel der Reinigung, nämlich die ausgiebige Oxydation im Boden, großenteils fortfällt. Diese Bassins haben eine derartige Ausdehnung, daß schon ihre Füllung bei dem Durchmesser der Rohrleitung, welche benutzt wird, Wochen erfordert. Die Größe derselben wechselt von 2—10 ha. Verfasser hat mehrfach den Vorschlag gemacht, daß die größeren Bassins durch Längs- und Querdämme in kleinere Bassins geteilt werden, die sich in wenigen Tagen füllen und abwechselnd benutzt werden könnten, damit eine intermittierende Filtration stattfände und die Luft immer nach wenigen Tagen aufs neue Zutritt zu dem Bodenfilter und damit zur Spüljauche erhielte. Diese Einstau-Bassins der Berliner Anlagen werden, nachdem sie abgetrocknet sind, im Frühjahr gepflügt und mit Getreide, Raps etc. bestellt, welche trotz der ungeheuren Stickstoffüberdüngung, die im Winter stattgefunden hat, nicht ganz schlechte Erträge geben, weil, wie schon mehrfach erwähnt, bei Ueberdüngung ein großer Teil dieses Düngmittels, wahrscheinlich der größte Teil besonders auf sandigem Boden als Salpetersäure durch das Drainwasser und in den Untergrund abgeht. Wäre solches nicht der Fall, so würde lediglich Lagerfrucht ohne Körnerertrag geerntet werden, denn es werden viele Tausende von Kubikmetern Spüljauche auf jedem Hektar Bassinfläche filtriert und die Exkremente von vielleicht 1500—2000 Einwohnern auf den Hektar gebracht, während zur Erzielung einer guten Getreide- oder Rapsernte die Exkremente von 80 Einwohnern pro Hektar ausreichen würden.

Es finden sich in England Anlagen, welche zu ähnlichen Zwecken benutzt werden, wo also auf außerordentlich kleiner Fläche ein sehr großes

Quantum von Spüljauche das ganze Jahr hindurch, also nicht allein im Winter gereinigt wird, und zwar sind es Bodenfilter, die viel dichter drainiert sind, als die Berliner Anlagen, und intermittierend benutzt werden. Futterrüben, Gemüse und Gras werden auf diesen Feldern angebaut. Selbstverständlich aber spielt der große Stickstoffbedarf dieser Pflanzen, welcher viel bedeutender ist als der Stickstoffbedarf von Halmgetreide und Oelfrüchten, gar keine Rolle im Verhältnis zu den ungeheuren Stickstoffquantitäten, welche dort durch die Spüljauche von 500 Personen und darüber pro acre (ca. 37 ar) aufgebracht werden.

Verfasser empfiehlt für derartige Zwecke eine Anlage, welche in intensiverer Weise, als bisher bekannt, die Lüftung der Spüljauche erreicht. Fig. 1 wird dieselbe erläutern. Sie besteht aus einer Gruppe kleiner, durch Erdwälle voneinander geschiedener Bassins mit horizontaler Sohle, die in einer Ebene liegen oder terassenförmig angeordnet sein können. Die Bassins werden intermittierend, etwa 3 — 4 Tage lang zur Filtration benutzt, und dann wird für mehrere Tage der Zufluß abgesperrt. Die Drainröhren münden schließlich in einen offenen Graben aus. Die Sohle der Bassins wird vor der Benutzung im Winter in sogenannte Kämme gepflügt, weil sich der Boden derartiger Bassinanlagen, wenn glatt daliegend, leicht durch eine Haut verschließt, welche aus den suspendierten Teilen der Spüljauche, hauptsächlich aus gelöstem Papier, also aus Papierstoff (Cellulose) ferner aus Kaffesatz besteht. Es kommen Fälle vor, wo diese Haut so dicht ist, daß sie undurchdringlich für Wasser wird, einem erheblichen Druck widersteht und die Filtration überhaupt in Frage stellt. Die vorgeschlagenen Anlagen unterscheiden sich also von den gewöhnlichen Einstau-Bassins erstens durch dichtere und tiefere Drainage, zweitens durch rasch wechselnde Benutzung, sodaß eine fortwährende Luftströmung den Boden durchzieht.

(Siehe Fig. 1 Seite 346.)

Nehmen wir an, daß eine horizontale Fläche von 10 ha in 10 Bassins von 1 ha durch meterhohe Erdwälle, die durch Grasbewachsung befestigt werden, geteilt wird, und daß diese kleinen Bassins jedesmal 3 Tage lang die volle Spüljauchenzuführung erhalten, so würde nach 30 Tagen das erste Bassin aufs neue gefüllt werden.

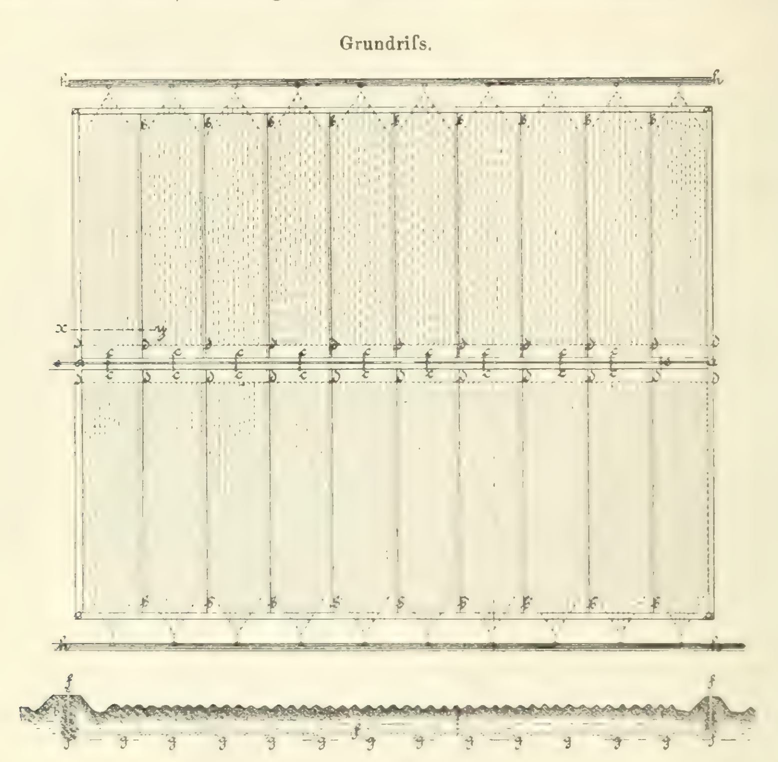
Die Größe der einzelnen Bassins richtet sich außer nach dem täglichen Zufluß noch nach dem versinkenden Spüljauchenquantum, welches entsprechend der durch außerordentlich enge und tiefe Drainage unterstützten Durchlässigkeit des Bodens größer oder kleiner sein kann. Angenommen, jedes Bassin hätte 1 ha oder 10000 qm Fläche, könnte also bei 1 m hohem Erdwall 10000 cbm Flüssigkeit fassen, und das versinkende Quantum wäre pro Stunde 400 cbm, der Zufluß aber pro Stunde 800 cbm, so enthielt das Bassin nach 24-stündigem Zufluß 9600 cbm Spüljauche, und das gleiche Quantum wäre versunken. — Die Entfernung der Drainagestränge ist auf 4—8 m, ihre geringste Tiefe auf $1^1/_2$ m anzunehmen.

Die Bassins werden im Sommer mit Rüben oder italienischem Raygras bestellt, wenn man sie nicht auch in dieser Jahreszeit als Sicherheitsanlagen für abnorm große Niederschläge benutzen will.

Derartige Anlagen können als Sicherheitsventile benutzt werden, nicht allein für kommunale Rieselfelder von Städten, welche nach ver-

eintem System kanalisiert sind, sondern auch für Private, die zu fortwährender Abnahme der Spüljauche verpflichtet sind, welche ihnen von den Druckrohrleitungen städtischer Rieselfelder durch eine Abzweigung zufließt. Es können mit Hilfe derartiger Anlagen aber auch solche Städte eine befriedigende Reinigung der Spüljauche ermöglichen, welche aus irgend einem Grunde über größere Rieselfeldflächen nicht verfügen, oder denen gerade an der Stelle, wo vielleicht alte städtische Kanäle ausmünden, keine großen Flächen zu Gebote stehen.

Grundrifs.



Querschnitt des ersten Bassins bei x—y.

Fig. 1. Anlage für Reinigung eines möglichst grofsen Quantums Spüljauche (Sewage) auf möglichst kleiner Fläche und ohne Verwertung der Düngstoffe. *h h* Abflufsgräben, *a a* Umfassungsdämme, *e e* Zuflufsrohr aus Gufseisen, *b b* Querdämme, *c c* Hydranten, *f f* Luftschächte.

Verfasser ist der Meinung, daß derartige Bodenfilter, welche das Prinzip verfolgen, die Spüljauche ausgiebig zu oxydieren, mit geringeren Kosten bessere Resultate erzielen werden, als die chemische Reinigung durch Kalk und andere Fällungsmittel erreicht.

Wie aus den im 2. Abschnitt (S. 338 ff.) wiedergegebenen Analysen der Drainwasser der Berliner Anlagen hervorgeht, haben die Drainwasser der großen Einstau-Bassins ein großes Erfordernis an übermangansaurem Kali, d. h. sie sind mangelhaft oxydiert.

In den Verwaltungsberichten wird dieser Mangel teils mit dem Reichtum ihres Untergrundes an Eisenoxydul erklärt. obgleich sich dieses Mineral sicher auch unter den übrigen Anlagen findet, teils mit dem

direkten Eindringen von Spüljauche in die Drainröhren durch Rinnsale im Boden, während es doch viel näher liegt, dem Mangel an Luftsauerstoff in dem Boden und in den Drains der nicht intermittierend benutzten Bassins die Schuld zu geben. Die Beurteilung des Bassindrainwassers würde besonders erleichtert sein, wenn der Kopf der Analysen Angaben enthielte, von welchem Tage bis zu welchem Tage der Zuflußschieber des Bassins geöffnet war, von wann ab die Spüljauche begann über die Sohle des Bassins zu steigen, und wie lange eine Bedeckung des Bassinbodens und damit mehr oder weniger Luftabschluß, wenn die Drains voll laufen, stattgefunden hat.

Wir kommen jetzt zu den Anlagen, welche neben der Reinigung auch eine Verwertung bezwecken und dennoch keine allzu großen Flächen den Rieselfeldern einräumen, Anlagen, durch welche die Spüljauche von etwa 250—400 Menschen auf 1 ha gereinigt wird.

Zum Zweck des Grasbaues kann für stark geneigtes Terrain der jedem Landmann bekannte, sogenannte Hangbau, welcher auf vielen Kunstwiesen in gebirgigen Gegenden zu sehen ist, benutzt werden. Die Zeichnung Fig. 2 giebt das Profil derartiger Anlagen. Schwach geneigtes Terrain kann in flache Terrassen (Fig. 4 und 5) umgeformt und ebenfalls zum Grasbau benutzt werden. Wenn Absatz für Gemüse und Futterrüben vorhanden ist, wird der Terrassenbau auch mit Furchenbewässerung (Fig. 6) für den Anbau dieser Früchte benutzt. Zur Bewässerung ebener Flächen bedient man sich beim Kunstwiesenbau des sogenannten Beetbaues (Fig. 3), dessen Rücken bei der Spüljauchenbewässerung breiter angelegt werden als beim Kunstwiesenbau. Der Beetbau hat beim Kunstwiesenbau die Aufgabe, sämtliche suspendierten und gelösten Dungteile des Wassers nach Möglichkeit auszunutzen. Die Ueberladung der Spüljauche mit diesen suspendierten Teilen läßt den Beetbau für Spüljauchen-Bewässerungsanlagen wenig praktisch erscheinen, weil die Ablagerungen diesen kunstvollsten Bau der Rieselwiesenanlagen fortwährend im Niveau verändern und die Wasserrippen oder Furchen (*c c c*) schnell füllen.

Der Beetbau ist auf den Danziger Anlagen und auf verschiedenen Rieselfarmen in England, z. B. bei Barking nahe London (Lodge-Farm) angewendet. Auf den Berliner Rieselfeldern werden die stark geneigten Flächen für Gras-Hangbau (Fig. 2), die schwach geneigten Flächen zu dem Gras-Terrassenbau (Fig. 4 und 5) oder abwechselnd auch zu dem Terrassenbau mit Furchenbewässerung (Fig. 6) zum Anbau von Gemüse und Futterrüben benutzt. Zeitweise werden, besonders im Winter, die ganzen Terrassen und auch Gruppen von Terrassen überstaut, während der Vegetationszeit dagegen nur die Furchen zur Unterbringung der Spüljauche und gleichzeitig zur Anfeuchtung und Düngung der zwischen den Furchen liegenden Beete benutzt.

(Siehe Fig. 2, 3, 4, 5, 6 S. 348.)

Wir haben noch eine Methode der Bewässerung zu erwähnen, welche aus einer Kombination der Berieselung mit der Ueberstauung entstanden ist, die „Stauberieselung".

Unter „Berieselung" versteht der Wiesenbaumeister das Ueberfließen des Wassers in dünnster Schicht über den Boden; sagen wir 1 cm hoch oder so dünn, daß man das Wasser nur im Grase glitzern sieht. Die

Flüssigkeit ist dabei in fortwährender Bewegung. Unter „Ueberstauung“ versteht er die Spannung des Wassers durch Dämme und die Verwandlung der überstauten Fläche in einen Teich; das soll heißen: die Wasserschicht ist in Ruhe und steigt so hoch, daß sie die Pflanzen bedeckt und von der Luft abschließt, während bei der Berieselung die

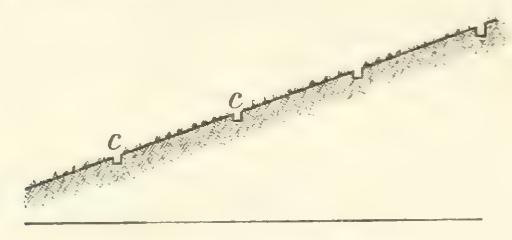


Fig. 2. Wiesenhangbau.

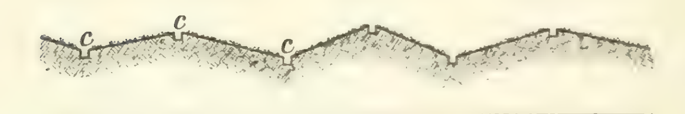


Fig. 3. Wiesenbeetbau.



Fig. 4. Terrassenbau.

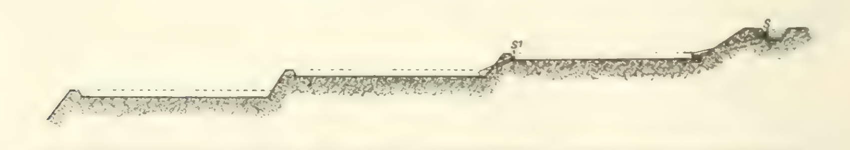


Fig. 5. Terrassenbau für Stauberieselung.

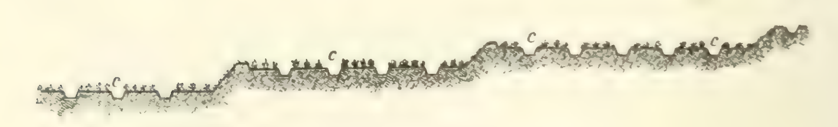


Fig. 6. Terrassenbau für Hackfrüchte.

Luft Zutritt zum Boden behalten kann. Bei derselben berühren die Wasserfäden, wie der Hydrotekt sagt, nur die Wurzeln der Pflanzen.

Der gewöhnliche Gang der Ueberstauung ist: Füllen des Bassins oder der Stauwiesenanlage durch Oeffnen der Einlaßschleuse, Stehenlassen des Wassers behufs Absetzen, d. h. zu Boden fallen lassen seiner

suspendierten Dungteile, Entleeren des Bassins mittels Oeffnung der Ablaßschleuse. Oder bei anfeuchtender Bewässerung in der Vegetationszeit: Füllung der Verteilungsgräben oder schwächste Bedeckung der Bodenfläche durch Oeffnung der Einlaßschleuse für kurze Zeit behufs Erfrischung der Graswurzeln.

Wenn nun auf einer Stauwiese Einlaß- und Auslaßschleuse für mehrere Tage oder im Winter Wochen gleichzeitig derart geöffnet gelassen werden, daß das Wasser in hoher Schicht, höher, als bei Beet- oder Hangbau üblich und möglich ist, sagen wir 5—50 cm hoch, langsam über die Wiese hingeführt wird, so entsteht die „Stauberieselung".

Sie gestattet, gleich der Stauanlage, kleine Unebenheiten und ist gewöhnlich in der Anlage nicht so kunstvoll und so kostspielig wie der Wiesenbeetbau.

Für Spüljauchen-Rieselfelder ist die Stauberieselung meistenteils nur in der Weise verwendbar, daß man eine Vorreinigung der Spüljauche bewirkt, z. B. durch Ablagerung des Papierstoffs in Schlammteichen — ehe man die Spüljauche auf Hang- oder Beetbauten auffließen läßt. Man kann die Spüljauche nicht durch Stauberieselung allein derart reinigen, daß sie von der Oberfläche der Anlage aus in den Fluß oder den in den Fluß mündenden Hauptabzugsgraben abgelassen werden kann, dagegen kann das Drainwasser eine Stauberieselung unter Umständen genügend gereinigt sein.

Fig. 5 zeigt eine Terrassenanlage, welche zur Stauberieselung benutzbar ist: Auf der linken Seite der Querschnittszeichnung findet sich eine kleine Bodenerhöhung, in welche eine kleine Schleuse eingebaut ist, durch deren teilweise Schließung die Wasserschicht gespannt werden kann und zur nächsten Terrasse abfließt, bis sie endlich auf der letzten Terrasse in kleinerer Quantität ankommt, versinkt und filtriert und unterirdisch gereinigt durch die Drainröhren in den Hauptgraben läuft. Man kann die Bewässerung auf Terrassenbauten nach Fig. 5 aber auch derart leiten, daß jeder einzelnen Fläche frische Spüljauche aus der Hauptzuleitung gegeben, diese Flüssigkeit durch Schließung der Schleuse gespannt und der Zufluß derart beschränkt wird, daß die Spüljauche auf jeder Terrasse versinkt und in den Untergrund oder die Drains abfließt.

Bei wochenlanger Führung derartiger Stauberieselung selbst in vegetationsloser Jahreszeit werden die Graswurzeln auf den Terrassen getötet werden, ausfaulen oder bei Wiederbeginn der Vegetation ersticken. Unsere Gräser vertragen den Luftabschluß durch Wasser nur in der Vegetationsruhe, bei uns also im Winter. Sobald die Luft oder die Wassertemperatur über 3° C steigt, beginnt die Empfindlichkeit gegen Wasserbedeckung, welche zunimmt mit steigender Temperatur, mit dem Fehlen der Bewegung des Wassers und damit gegebener Neigung für Gärungsvorgänge und mit dem Gehalt des Wassers an organischen und besonders an schon in beginnender Gärung befindlichen organischen Substanzen.

Da die Spüljauche selbst bei hartem Frostwetter und bei langen Zuleitungskanälen mit Temperaturen von über + 5° C auf den Rieselfeldern ankommt und mit organischen Stoffen, Keimen und Gärungserregern überladen ist, kann man sich denken, mit welcher Vorsicht ihre Aufbringung da erfolgen muß, wo man eine Grasnarbe düngen, aber nicht töten will.

Zu dieser Schwierigkeit, eine Grasnarbe auf Rieselfeldern zu er-

halten, kommt noch eine andere, unter welcher die Rieselfelder in rauhen Klimaten, wie das deutsche, zu leiden haben, nämlich die Empfindlichkeit gerade derjenigen Grasarten gegen Frost, welche rasch vegetieren und die stärkste Dungkraft des Bodens am meisten ausnutzen, also die kräftigsten Stickstoffzehrer sind und den höchsten Reinertrag liefern. Da ist besonders das italienische Raygras, welches trotz dieser Uebelstände stark benutzt wird, dessen Ansaat nach jedem harten, schneefreien Winter mit großen Kosten erneuert werden muß.

Der Zufluß geschieht auf den Berliner Anlagen der Spüljauche zu den Hang- und Terrassenbauten durch aufgedämmte Gräben, die wiederum aus den Schieberöffnungen der eisernen Zuflußröhren mit Spüljauche gefüllt werden.

Verfasser fand im Jahre 1867 in Croydon bei London, einer der ältesten Berieselungsanlagen, mit Raygras bewachsene Terrassen, wie in Fig. 4 auf undrainiertem Lehmboden ausgeführt und derart bewässert, daß direkt von einer Terrasse zur anderen der Ueberlauf der Spüljauche stattfand, so daß die Spüljauche viele Terrassen passierte und ihre Reinigung lediglich oder hauptsächlich durch Flächen-Attraktion bewirkt wurde oder bewirkt werden sollte.

Verfasser konnte allerdings beobachten, daß von der letzteren Terrasse die Spüljauche, welche nach Zurückhaltung der gröbsten suspendierten Teile mittels einer mechanischen Einrichtung dennoch in sehr trübem Zustande auf die erste Terrasse gelangte, ziemlich klar von der letzten abfloß und dem öffentlichen Wasserlaufe übergeben wurde. Er hegt indessen starke Zweifel, die auch durch die folgenden Analysen (S. 351) einigermaßen gerechtfertigt worden sind, daß eine derartige oberflächliche Reinigung auch nur einigermaßen genügen kann, wenn der Flußlauf in seinem Wasserreichtum nicht im günstigen Verhältnis steht zu dem Spüljauchenquantum. Es wird bei dieser Reinigung angenommen, daß, ähnlich wie bei der Düngung der Rieselwiesen mit klarem Bachwasser, nicht allein durch Eindringen der Flüssigkeit in den Boden, düngende Teile von demselben zurückgehalten werden, sondern daß auch die Anziehungskraft der Bodenoberfläche für düngende Bestandteile und die Flächenanziehungskraft der unendlichen Menge von Grashälmchen der darüber hingeführten Spüljauche nicht allein alle suspendierten, sondern auch einen großen Teil der gelösten, düngenden Bestandteile entzieht. Jedenfalls stehen solche Anlagen an Wirksamkeit zurück gegen die Niederwärtsfiltration, welche den 1 oder 2 m starken Bodenfilter zur Reinigung benutzt und gleichzeitig Sauerstoff durch die Poren des Bodens und durch die Drainröhren der zu filtrierenden Flüssigkeit zuführt.

Der mehrfach zitierte erste Bericht der englischen, von der Regierung ernannten und mit den weitgehendsten Vollmachten ausgestatteten Kommission zur Auffindung der besten Methoden der Kanalwasserreinigung oder, wie der englische Titel lautet, „zur Verhütung der Flußverunreinigung“ [3a] beschäftigt sich eingehend mit den Croydoner Anlagen und giebt die weiter unten stehende Tabelle. Zu derselben wird in einem zweiten Berichte der Kommission bemerkt, daß der Gehalt des ungereinigten Kanalwassers an organischem Stickstoff sich späteren Berechnungen zufolge auf durchschnittlich 1,051 Teil in 100 000 Teilen stellt.

Der Gehalt des gereinigten Wassers an organischem Stickstoff nimmt mit der kälteren Jahreszeit zu und beträgt infolge eines Frostes von 7 Nächten 0,239.

Hieraus kann man schon auf unter gleichen Verhältnissen ungünstigere Resultate von Anlagen schließen, die einem härteren Winter ausgesetzt sind, wie dies auch aus nachfolgender Tabelle hervorgeht.

Rieselwasser von Croydon	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen	Organ. Kohlenstoff	Organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitriten und Nitraten	Stickstoffgehalt in Verbindungen	Chlor
	in 100 000 Teilen Wasser						
Durchschnittliche Zusammensetzung vor der Berieselung	45,7	2,508	1,576	3,005	0,000	3,527	4,23
Nach der Berieselung:							
Frühling	35,4	0,594	0,104	0,072	0,225	0,388	2,32
Sommer	35,4	0,607	0,126	0,069	0,155	0,300	2,57
Herbst	43,1	0,690	0,138	0,185	0,589	0,792	3,20
Winter	40,6	0,612	0,145	0,204	0,533	0,846	2,72
Nach 7 Tagen Frost	45,6	0,591	0,239	0,371	0,448	0,992	2,88

Um Grasanlagen nicht allzu sehr durch die suspendierten Teile der Spüljauche zu verschlämmen, die Halme nicht zu beschmutzen, die Bodenoberfläche der Wiesen nicht von der Luft abschließen zu lassen, ist es zweckmäßig, wie es bei Berlin und in Norwood geschieht, die Spüljauche, ehe sie in den Verteilungsgraben gelangt, in welchem sie stark strömt, ein kleines aufgedämmtes Erdbassin passieren zu lassen, nur so groß, daß sie dasselbe sehr langsam durchströmt, auch darin die gröbsten Schlammteile absetzt, die gelegentlich ausgestochen und trocken als beliebter Dünger verkauft werden.

Es empfiehlt sich ferner in trockenen Klimaten und auf von Natur nicht feucht gelegenen Grasanlagen die Anfeuchtung nicht allein durch die aus der Stadt gepumpte, in regenarmer Zeit leicht unzureichende Menge von Spüljauche zu bewirken, sondern eine Anfeuchtung mit Grundwasser, an dem es auf Rieselfeldern nie fehlen wird, zu Hilfe zu nehmen. Die Rieselfeldanlagen sind so kostbar, der Reinertrag hängt so sehr von guten Grasernten, auch in trockener Jahreszeit, ab, wo dieses Gras pro Centner das Doppelte und Dreifache wert ist, vom Preise in feuchter Zeit, daß sich trotz der bedeutenden Herstellungskosten Befeuchtungsanlagen bezahlt machen, ähnlich den in Südfrankreich, Italien, Egypten benutzten, nur mit dem Unterschiede, daß aus genanntem tiefem und weitem Brunnenkessel die Druckpumpe mittels des Becherwerkes das Wasser an die hohen Stellen des Feldes drückt und daß als Motor anstatt des Ochsen oder Maultieres der selbstregulierende Windmotor oder bei billigen Brennmaterialpreisen die Lokomobile mit der Centrifugalpumpe tritt.

Soweit Verfasser orientiert ist, sind derartige Wasser-Hebewerke auf Rieselseldern noch nicht einmal versuchsweise eingeführt worden, dagegen hört er in jedem trockenen Jahre die Klage über Versagen der Grasanlagen und den Einwand gegen Abgabe von Spüljauche aus den

Druckrohrleitungen an Private, daß die Flüssigkeit in trockener Jahreszeit fehle.

Wir kommen nun zu einer dritten Art von Anlagen, welche lediglich eine Verwertung der düngenden Bestandteile der Spüljauche im landwirtschaftlichen Sinne bezwecken und dabei eine gründliche Reinigung bewirken, da sie der Bewässerung mit Spüljauche pro Cubikmeter eine fast so große Fläche einräumen, daß der Stickstoffgehalt des aufzubringenden Spüljauchenquantums nicht mehr viel größer ist als der Stickstoffbedarf der zu erwartenden Ernte, wenn eine Stickstoffentnahme der Pflanzen aus der Luft nicht in Betracht gezogen wird. Es sind dies die Schlauchbewässerungen ohne jede Aptierung, wie sie Mechi in Tiptree-Hall (allerdings mit verdünnter Viehjauche) ausgeführt hat, und wie sie Babut du Marès[16] für die Kampine zur Benutzung der Spüljauche belgischer Städte empfiehlt.

Da diese Schlauchbewässerungen bei der Vergänglichkeit des Spüljauchenstickstoffes, zumal auf schlecht absorbierendem Sandboden gewöhnlich ein zu kleines Quantum von Flüssigkeit dem Boden zuführen, hat Verfasser sich bemüht, durch eine vorübergehende Terrain-Aptierung dieses Quantum zu verstärken, und Versuche in dieser Richtung angestellt, die vollkommen gelangen, ohne Nachahmung zu finden. Die Gründe hierfür sind teils darin zu suchen, daß Neues schwer einzuführen ist, daß das Verfahren nicht ohne eine gewisse Sorgfalt geübt werden darf, wenn Stickstoff-Ueberdüngungen vermieden werden sollen, teils in dem mangelhaften Entgegenkommen städtischer Verwaltungen für Abgabe der Spüljauche.

Es herrscht ein wunderbarer Widerspruch einerseits in der großen Furcht der Verwaltung kanalisierter Städte vor der Anlage von Rieselfeldern, weil dieselbe für teuer und unrentabel gilt, und andererseits in der geringen Neigung, wenn einmal Druckrohrleitungen gelegt sind, die zu den Rieselfeldern führen, Spüljauche aus denselben für solche Preise und unter anderen leichten Bedingungen (neben den Preisen) abzugeben, daß der Abnehmer einen bedeutenden Gewinn darin sieht, sein Feld mit Spüljauche zu düngen, und auch in der Lage ist, nach anderer Richtung hin kostspielige Experimente anzustellen. Wir haben die Schwierigkeiten einer ihrem Düngergehalt entsprechenden Verwertung der Spüljauche im Abschnitt I (S. 331 ff.) erörtert.

Die vorher geschilderten Anlagen für Gras- und Futterrübenbau sind durchaus zweckentsprechend; es muß aber erwähnt werden, daß sich das Gras von Rieselfeldern, die mit städtischer Spüljauche oder mit anderem stark stickstoffhaltigem Wasser (z. B. Abflußwasser von Stärke- und Zuckerfabriken) reichlich gedüngt werden, nur bei außerordentlich trockener Witterung überhaupt zu Heu machen läßt, in Mieten aufgestapelt, sich leicht erwärmt, ein wolliges Ansehen hat und vom Vieh nicht gern gefressen wird. Es suchen deshalb fast alle Verwaltungen von Rieselfeldern ihr Gras von der Sense weg zu verkaufen. Die Preise für solchen Grasverkauf auf dem Felde schwanken zwischen 0,10 bis 0,50 Pfg. pro Centner in Deutschland und stehen in einigen Rieselfeldern kleiner englischer Städte zeitweise auch noch höher. Ein Produkt, welches bei niedrigem Preise schwer wiegt, hat immer nur ein lokales Absatzgebiet. Deshalb kommen häufig die Verwaltungen oder die Pächter von Rieselfeldern in Absatznot für ihren Grasverkauf.

Aehnliche Schwierigkeiten sind vorhanden für den Verkauf von Futterrüben, deren Preis bei dem Wassergehalt von 85—95 Proz. sich in Deutschland zwischen 0,50—0,90 Pf. bewegt. Auch für dieses Produkt kann ein mangelnder Absatz leicht eintreten, wenn auch die Kuhhaltungen in den Städten und auf den an die Rieselfelder anstoßenden Gütern sich mit dem längeren Bestehen von Rieselfeldern immer mehr auf den Einkauf dieser Futtermittel einrichten.

Diese Schwierigkeiten des Absatzes für die hauptsächlichsten Produkte der Rieselfelder haben den Verfasser [4] in erster Linie bewogen, eine Methode zu ersinnen, die, ohne kostspielig in Anlage und Betrieb zu sein, den Anbau gewöhnlicher Feldfrüchte in Spüljauche den Grenznachbarn städtischer Rieselfelder und städtischer Druckrohrleitungen ermöglicht. Bei der Benutzung derselben Systeme und bei dem Anbau derselben Früchte (Gras und Futterrüben) werden die Grenznachbarn leicht zu Konkurrenten der städtischen Rieselfelder für den Absatz dieser Produkte, die nur einen kleinen Markt haben.

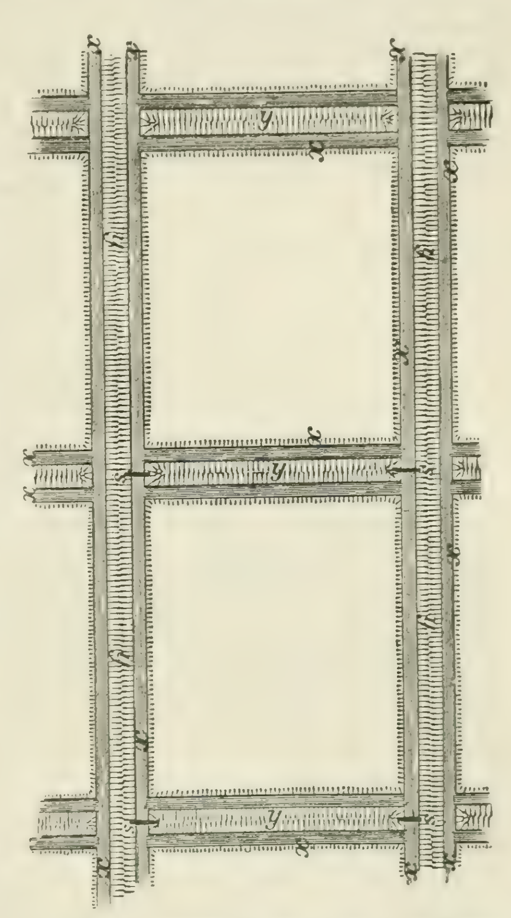


Fig. 7. Grundrifs der durch Aufpflügen von Dämmen hergestellten Bassins. *yy* Dämme, *xx* Furchen, *ss* eiserne Stech-Schütze.

Zur Aufnahme eines größeren Quantums von Spüljauche als die Schlauchbewässerung, wenn sie nicht mehrfach wiederholt werden soll, aufbringt, wird das Feld bei dem Verfahren, welches der Verfasser geübt hat, dadurch vorbereitet, daß mit einem breiten Pfluge, der von vier starken Zugtieren gezogen wird, übers Kreuz Dämme auf dem zu bewässernden Felde gezogen wurden (siehe Fig. 7 und 8). Die Entfernung dieser Dämme hängt von den Neigungen des Terrains

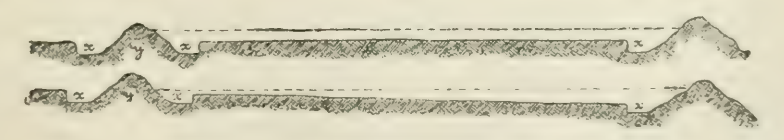


Fig. 8. Querschnitt eines Bassins. *yy* Dämme, *xx* Furchen.

ab und wird lieber etwas zu klein als zu groß gewählt, da Nivellierungen bei diesem Verfahren nicht stattfinden. Stark hängige Terrains sind dafür überhaupt nicht geeignet, sondern nur solche, die ein 1-proz. oder $^1/_2$-proz. oder $^1/_3$-proz. Gefälle haben, also 1 m auf 100 m oder auf 200 m oder auf 300 m. Die Entfernung der Dämme wird gewöhnlich auf 7—12 m gewählt werden können, wenn durch Hin- und Rückgang des Pfluges ein Wall aufgeworfen wird, der erheblich höher ist als die Kämme von Kartoffelfeldern. Ist das Feld auf diese Weise in viele kleine Bassins eingeteilt (siehe Fig. 7), so wird entweder aus der unterirdischen Rohrleitung oder durch einen beweglichen Rohrstrang eigener Konstruktion oder durch geteerte Hanfschläuche mit Verschlüssen aus schmiedbarem Gußeisen die Spüljauche aufgebracht. Während dieser Arbeit werden die offenen Stellen der Furchen, die der Pflug bei seinem letzten Gange gelassen hat, durch Schützen aus Blech mit Handgriff (Fig. 9) geschlossen und die Spüljauche von Bassin zu Bassin übergeleitet, indem man den Zufluß an den höchsten Punkten des Feldes stattfinden läßt. Es gelingt auf diese Weise leicht, Hunderte von Cubikmetern pro Morgen (gleich $^1/_4$ ha) zum Versinken zu bringen und damit vollkommen ausreichende Düngung für jede Halmfrucht- oder Kartoffelernte zu geben.

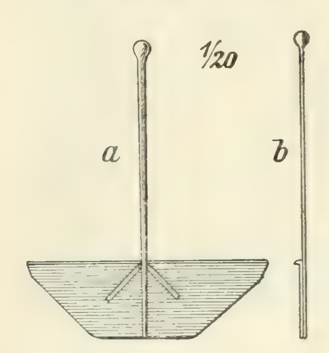


Fig. 9. Schütze aus Blech mit Handgriff. *a* in Seitenansicht, *b* im Querschnitt.

Erwähnt sei, daß es sich hier und da lohnen wird, bei schwachem Kaligehalt der Spüljauche und des Bodens die billige Kainitdüngung, vielleicht auch stellenweise eine Phosphorsäuredüngung neben der Spüljauchendüngung stattfinden zu lassen. Auf den Kaligehalt der Spüljauche ist die Substanz des städtischen Pflasters von Einfluß. Der Detritus eines Granitpflasters ist kalihaltiger als der eines Asphaltpflasters, welches sich seiner Elasticität wegen überhaupt weniger abnutzt.

Nachdem die Spüljauche auf dem Felde versunken ist, wird dasselbe durch Zurückpflügen der Dämme mit einem gewöhnlichen Pfluge und durch Abschleifen derselben mit der Ackerschleife geebnet und liegt für jede Saatbestellung bereit da. Die ganze, soeben beschriebene Arbeit bildet nur einen Bruchteil der gewöhnlichen Bestellungskosten, und die Anlagekosten für eine solche Einrichtung bestehen im wesentlichen in der eisernen Druckrohrleitung mit ihren Schieberventilen, Ausflüssen etc. Sie stellt sich je nach der Form und Größe des Grundstückes und je nach dem Drucke, welcher in der Leitung vorhanden ist und deshalb zu größeren oder kleineren Durchmessern der Rohrleitung führt, deren Durchflußquantum entscheidend ist, auf 100—150 M. pro Hektar.

Für die zu erwartende Ernte bleibt es ein großer Unterschied, ob die Spüljauchendüngung einen Monat oder vielleicht 4 und 5 Monate (im Herbst bei Frühjahrsbestellung) vor der Aussaat stattgefunden hat. Liegt wenig Zeit zwischen Düngung und Aussaat, so wird das aufgerieselte Stickstoffquantum fast voll bei der Vegetation zur Geltung kommen, einerseits vielleicht volle Geldverwertung finden, andererseits möglicherweise eine Luxusvegetation von Stickstoff und damit Vergeilung von Halmfrüchten, Lagergetreide oder übertriebene Strohbildung

mit schlechtem Körneransatz oder von Kartoffeln mit überreicher Krautbildung und geringem Knollenansatz stattfinden. Liegen mehrere Monate, vielleicht ein ganzer Winter zwischen Düngung und Bestellung, so ist die Gefahr der Stickstoffüberdüngung beseitigt, dagegen aber die Gefahr einer zu schwachen Düngung vorhanden. Die Spüljauchendüngung ist der Düngung mit dem leicht löslichen kostbaren Chilisalpeter zu vergleichen, den der Landmann nur während der Vegetationszeit verwendet, um Entweichungen von Salpetersäure (die vom Acker nicht wie andere Dungmittel zurückgehalten wird) in den Untergrund vorzubeugen.

Wir haben es indessen bei der Spüljauche, wenn die städtischen Verwaltungen nicht übertriebene Preise stellen, nicht mit einem kostspieligen, sondern mit einem billigen, stickstoffhaltigen Dungmittel zu thun. Der Preis des Pfundes Stickstoff im Chilisalpeter pflegt ungefähr 0,50 M. zu betragen und würde, für die Spüljauche angenommen, Millionen repräsentieren für das Quantum, welches größere Städte täglich auswerfen (Berlin ca. 200000 cbm). Es kommt aber bei diesem wandelbarsten aller Dungmittel auf die Form an, in welcher es dem Landmann geliefert wird, und die wenigen vorher gemachten Andeutungen werden den Leser schon darauf hingeführt haben, daß die Düngung mit Spüljauche sehr viel größere Aufmerksamkeit und agrikulturchemische Kenntnisse erfordert, wenigstens wenn es sich um Früchte handelt, wie Halmgetreide und Kartoffeln, die empfindlich gegen zu große Stickstoffzufuhr sind, als die uralte Erfahrungswissenschaft der Stallmistdüngung sie verlangt. Die Stadtverwaltungen sollten sich wegen dieser Schwierigkeit der Verwendung der Spüljauche zum lohnenden Getreidebau hüten, für die Entnahme von Spüljauche aus ihren Druckrohrleitungen zwecks Anbau der marktgängigen Feldfrüchte hohe Anforderungen zu stellen, welche dem Landmann dieses Dungmittel verleiden und die Stadtverwaltung dahin bringen, für ihre Bevölkerungszunahme immer neue Rieselfelder erwerben und selbst bewirtschaften zu müssen.

Der Landmann wird im Herbst für die im Frühjahr zu bestellenden Felder sehr viel mehr Kubikmeter pro Hektar, vielleicht das doppelte und dreifache Quantum Spüljauche aufzubringen haben, als für Bestellung in derselben Saison, also für Herbstbestellung, desgleichen mehr bei der Düngung im Frühjahr für die Frühjahrsbestellung. Regen und Schnee werden immer einen bedeutenden Teil des aufgerieselten und in Salpetersäure übergeführten Stickstoffs in den Untergrund entführen. Im übrigen muß auf empirischem Wege festgestellt werden, wie weit die Kraft der benutzten Bodenqualität reicht, den Spüljauchen Stickstoff bis zur Aufnahme durch die Pflanzen festzuhalten.

Litteratur siehe S. 359 *ff.*

VIERTER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Die Rentabilität von Rieselfeldern.

Die kurzen Beschreibungen der technischen Anlagen für Rieselfelder und die Aufzählung der Schwierigkeiten, welche sich für Absatz der Produkte und sonstige Behandlung der Anlagen leicht einstellen, werden den Leser schon darauf vorbereitet haben, daß die Rentabilität der Rieselfelder von vielen Bedingungen abhängig ist, die großenteils lokaler Natur sind. Wir verstehen unter Rentabilität die Verzinsung aller technischen und baulichen Anlagen innerhalb der Grenzen des Rieselfeldes, ferner des Erwerbspreises von Grund und Boden und des erforderlichen Betriebskapitals, sowie des lebenden und toten Inventars durch den Reinertrag, den der Feldbau liefert.

Anlagen, denen die Aufgabe gestellt ist, auf möglichst kleiner Fläche möglichst viel Spüljauche derart zu reinigen, daß das Drainwasser ohne Widerspruch der Gesundheitsbehörde in einen Fluß abgelassen werden kann, der vielleicht noch im Verhältnis zum Drainwasserquantum wenig wasserreich ist, können wohl die Exkremente der Städtebewohner auf billige Weise unschädlich machen, aber die großen Kosten der Anlage des Bodenfilters pro Hektar nicht durch Feldfrüchte verzinsen. In solchem Falle muß sich die Rentabilität von vornherein den hygienischen Zwecken unterordnen, und die Anlage stellt sich pro Hektar selbst bei billigem Landerwerb durch dichte und tiefe Drainierung und Aptierung der Oberfläche so kostspielig, die Placierung der Spüljauche beeinflußt derart den Betrieb, daß auf eine Verzinsung des Anlagekapitals auch zum mäßigsten Satze nicht gerechnet werden kann.

Bilden dagegen derartige Anlagen nur die Sicherheitsventile für die erwähnten anderen Anlagen, für die Reinigung kleinerer Quanten Spüljauche auf größerer Fläche, so werden sie die Rentabilität dieser Areale wesentlich erhöhen, weil die Unterbringung der Spüljauche nicht mit den Feldarbeiten oder mit der vorteilhaftesten Zeit und Menge der Befeuchtung von Gras, Rüben oder Gemüse kollidieren wird.

Ist ein Privatmann und Grenznachbar einer städtischen Druckrohrleitung kontraktlich verpflichtet, ein gewisses Quantum Spüljauche, vielleicht entsprechend dem Querschnitt der Abzweigung der städtischen

Druckrohrleitung auf seinem Felde und dem in den Röhren vorhandenen Drucke, fortwährend abzunehmen: auch in den schwierigsten Monaten der Placierung, also während Frostperioden und der Schneeschmelze, so wird er sich auf einem kleinen Teile seines Feldes Anlagen herstellen müssen, welche große Quantitäten auf kleiner Fläche reinigen und ihm ebenfalls als Sicherheitsventile für die sonstige Benutzung der Spüljauche dienen; anderenfalls wird er die Rentabilität seiner ganzen Anlage gefährden. — Ist er zu keiner bestimmten Abnahme verpflichtet, findet dieselbe also nach seinem Belieben statt, so steht eine größere Rentabilität seines Feldes in Aussicht. Aber selbst in diesem Falle dürfen, zumal beim Anbau gewöhnlicher Feldfrüchte, nur sehr mäßige Preise für die Spüljauche gestellt werden, weil die Benutzung derselben unter sonst gleichen Umständen weniger sicheren Erfolg verbürgt als die gewöhnliche Felddüngung. Die großen englischen und schottischen Städte liegen größtenteils nahe der See und entleeren ihren Kanalinhalt in die Flußläufe, die unter dem Einflusse der Ebbe und Flut stehen und den Kanalinhalt bei Ebbe ins Meer entführen. Dagegen haben viele mittlere und kleine britannische Städte Rieselfeld-Anlagen, deren Reinertrag durchschnittlich etwa denselben Zins abwirft wie die Obligationen dieser Kommunen. Eine Stadt kann also aus dem Ertrage der Anlage die Schulden, die sie zur Herstellung der Anlage gemacht hat verzinsen und meistenteils auch amortisieren. Auf den englischen Anlagen wird selten Getreide, in überwiegendem Maße Gras und Rüben gebaut, für welche erst bei großem Areal Absatzschwierigkeiten eintreten; und da im großen Ganzen das Areal des Rieselfeldes dem Areal der Stadt entspricht, sind unter sonst gleichen Umständen die Rieselfelder kleiner Städte rentabler als die Rieselfelder großer Städte. Der vielfach zitierte englische Bericht [3a] von 1868 giebt auch über die Rentabilität der kleinen englischen Anlagen manchen Aufschluß.

Was die deutschen Anlagen anbetrifft, so machte Stadtrat Marggraff auf dem 7. internationalen hygienischen Kongresse in London im August 1891 über die Rentabilität der Berliner Rieselfelder die folgenden Angaben:

„Von den 4 in vollständigem Rieselbetriebe befindlichen Güterkomplexen kosten einschließlich der Ankaufspreise für den Grunderwerb, der Aptierung, Planierung und Drainierung:

1) die Güter Osdorf, Friederikenhof und Heinersdorf rund 4 280 000 M., welche im Jahre 1890/91 einen Ueberschuß von rund 17 500 M. oder eine Verzinsung von 0,049 Proz.;

2) die Güter Groß- und Kleinbeeren, Schenkendorf und Sputendorf rund 2 400 000 M., welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 61 500 M. oder eine Verzinsung von 2,56 Proz.;

3) die Güter Falkenberg und Bürknersfelde mit den Hohen-Schönhausener und Marzahner Ländereien rund 3 700 000 M., welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 121 800 M. oder eine Verzinsung von 3,29 Proz.;

4) die Güter Malchow, Wartenberg und Blankenburg rund 5 805 000 M., welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 134 800 M. oder eine Verzinsung von 2,32 Proz. erzielt haben.“

Man sieht aus diesen Angaben, daß die größte Rieselfeld-Anlage der Erde in ihrer Verzinsung nur ungefähr um $1^1/_4$—$1^3/_4$ Proz. hinter dem Zinsfuß ($3^1/_2$ Proz.) zurückbleibt, zu welchem die Stadt zu normalen Zeiten Geld borgen kann, daß aber der Güterkomplex Falkenberg und Bürknersfelde von nahezu 4 Mill. M. Kapitalwert den Zinsfuß städtischer Obligationen bereits erreicht.

Es ist bekannt, daß die Umgegend von Berlin sich sowohl der Terrainformation wegen als wegen des Vorhandenseins käuflichen Großgrundbesitzes besonders gut zur Anlage großer Rieselfelder unter centraler Verwaltung eignet und daß die Druckhöhe, auf welche die Spüljauche durch die städtischen Pumpstationen befördert werden muß, keine bedeutende ist, deshalb weniger Kosten verursacht als vielleicht bei Städten mit hügeliger Umgegend, die erheblich höher liegt als das Areal der Stadt. Demnach ist die große Furcht vieler städtischer Verwaltungen vor der Kostspieligkeit und Unrentabilität der Anlage von Rieselfeldern zur Reinigung ihrer Spüljauche übertrieben.

Wenn nicht der Strom, an welchem die Stadt liegt, so wasserreich ist, und wenn nicht stromabwärts von der Stadt nur kleine und wenige Orte liegen, die dem Fluße ihr Gebrauchswasser entnehmen, wird von seiten der Staatsregierung eine Reinigung des Abflußwassers auf Rieselfeldern verlangt werden dürfen, ohne der Stadt übergroße finanzielle Opfer unberechtigterweise zuzumuten. Die Stadt wird immer noch besser bei dieser Anlage fahren als bei chemischen Reinigungssystemen, die auf Absatz des im Verhältnis zu seinem Gewicht geringwertigen Kalk (etc.)-Schlammes rechnen, der bisher noch nirgends erreicht worden ist (Frankfurt, Birmingham u. a.). In England existieren, wie erwähnt, bereits viele Rieselfeldanlagen kleinerer Städte, während in Frankreich und Deutschland je kaum ein Dutzend solcher Werke gezählt werden können. Die kontinentalen städtischen Verwaltungen entschließen sich, wie gesagt, überaus schwer zur Anlage derselben. Wenn die Druckrohrleitung und die Rieselfelder aber einmal geschaffen sind, pflegen sie für die Abnahme von Spüljauche Preise zu stellen, die nicht gebilligt werden können, wenn man von dem Gesichtspunkt ausgeht, daß die Stadtverwaltung besser thut, Spüljauche abzugeben, als fortwährend neue Rieselfelder selbst zu erwerben und selbst zu bewirtschaften.

Ueber die Rentabilität der Danziger Rieselfelder hat sich Verfasser aus den Verwaltungsberichten des Magistrats keine Information verschaffen können. Die Anlage wird von der Firma A. Aird, den Schöpfern der Danziger Kanalisation, ausgenutzt.

Laut den Verwaltungsberichten der Stadt Breslau waren die Rieselfelder in den Jahren 1. April 1886—89 zu folgenden Preisen verpachtet:

Breslauer Rieselgüter.

	ha			M.		M.
Oswitz	260 ha	mit Berieselung,	Pacht pro ha	110 M.	=	26 679 M.
	74 „	ohne „	„ „ „	50 „	=	3 724 „
Leipe	81 „	mit „	„ „ „	110 „	=	8 965 „
Ransern	249 „	mit „	„ „ „	80 „	=	19 920 „
	13 „	ohne „	„ „ „	33 „	=	433 „

Die berieselten Flächen verzinsen demnach zu 3 Proz. ein Kapital von 3667 M. pro ha oder 917 M. pro Morgen.

Kaufmann machte über die Kosten der Assanierung Breslaus inkl. der Reinigung seiner Abwässer auf der Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Breslau 1886 folgende Angaben:

Die Kosten der Kanalisation Breslaus einschl. der Aptierung der Rieselfelder bis zur vollständigen Fertigstellung dieser Anlagen werden die Höhe von 6000000 M. kaum erreichen; das ergiebt für den Einwohner 20 M., davon 6 Proz. für Verzinsung und Amortisation giebt 1,2 M., dazu die Unterhaltungskosten mit 0,3 M., erfordert für den Kopf jährlich für Verzinsung, Amortisationen und Betrieb der ganzen Anlage 1,5 M., also für 400 Einwohner die hier etwa auf 1 ha zu rechnen sind, 600 M., wovon schon jetzt mindestens 100 M. durch die Verpachtung der Rieselfelder gedeckt werden, sodaß für Einwohner und Jahr höchstens 1,25 M. verbleiben für alle übrigen Vorteile, welche die Schwemmkanalisation ihnen bietet.

Wird die Rentabilität der Berliner Felder als Grundlage für andere Anlagen genommen, so ist zu bedenken, daß den günstigen Berliner Verhältnissen die Größe der erforderlichen Anlage als erschwerendes Moment für lohnenden Absatz der Hauptprodukte Gras und Rüben gegenübersteht. Es wird immerhin für Rieselfelder kleiner und mittelgroßer deutscher Städte im Durchschnitt auf eine Verzinsung der Anlage von 3 Proz. gerechnet werden dürfen, sodaß nur $^1/_2$ Proz. von der Stadt zuzuschießen sind, wenn man annimmt, daß die städtischen Obligationen zu $3\,^1/_2$ Proz. verzinslich sind.

Erwähnt sei noch die große Kostspieligkeit eiserner Druckrohrleitungen von dem bedeutenden Durchmesser, den die Spülwasserleitungen beanspruchen. Der laufende Meter eisernen Druckrohrs von 0,80—1 m Durchmesser kostet verlegt meistenteils 100 M., sodaß der Kilometer sich auf 100000 M. stellt. Diese Berechnung liefert den Grund dafür, daß nahegelegene Rieselgüter sich viel billiger einrichten lassen als entfernte, sodaß der höhere Grundpreis naheliegenden Terrains häufig bereits aufgewogen wird durch die größere Billigkeit der Druckrohrleitung und der kapitalisierten Minderkosten des Pumpbetriebes. Es mag ferner erwähnt sein, daß bei Städten, die sich stark ausdehnen, der Kauf von nahegelegenen Rieselfeldern keine üble Spekulation bildet, weil in späteren Zeiten entferntere Rieselfelder erworben werden können und die früheren Anlagen möglicherweise für einen hohen Preis als Baustellen zu verkaufen sind. Wenn solcher Grund und Boden einige Jahre hindurch der Berieselung entzogen wird, läßt er sich durch Feldbau ohne Düngung in seinen oberen Schichten in den Zustand gewöhnlichen Ackerbodens versetzen. Der Untergrund wird durch Senkung des Grundwasserstandes auf mindestens 2 m und Lüftung mittels enger Drainage ebenfalls derart von organischen Einschlüssen befreit werden können, daß er in hygienischer Beziehung hinter dem Untergrund gewöhnlicher Ackerfelder, die ohne Bedenken als Baustelle benutzt werden, nicht zurücksteht.

1) **Heiden, A. Müller** *und* **von Langsdorff**, *Die Verwertung der landwirtschaftlichen Fäkalien, Hannover* (1885).

2) **Johann Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte*, *Wien* (1880).

3) *Reinigung und Entwässerung Berlins*, *Generalbericht über die Arbeiten der städtischen gemischten Kommission für die Untersuchung der auf die Kanalisation und Abfuhr bezüglichen Fragen, erstattet von* **Rudolph Virchow**, *Berlin* (1873).

3a) *Dazu Anhang* 1 *und* 2: *First and second Report of the Commissioners*, *appointed in* 1868, *to inquire into the best Means of preventing the Pollution of Rivers*, *übersetzt von O. Reich*, *Berlin* (1871).

Und Anhang 3: *Die Reinigung der Seine, Bericht an das Ministerium der öffentlichen Arbeiten zu Paris vom* 12. *Dez.* 1874, *Berlin* (1876).

4) **Georg H. Gerson**, *Die Verunreinigung der Wasserläufe durch die Abflufswässer von Städten und Fabriken und ihre Reinigung* (*preisgekrönte Arbeit*), *Berlin* (1889).

5) **Justus von Liebig**, *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie* 1. *Bd.*: *Der chemische Prozefs der Ernährung der Vegetabilien*, 2. *Bd.*: *Die Naturgesetze des Feldbaues.*

6) **Biedermann's** *Centralblatt für Agrikulturchemie und rationellen landwirtschaftlichen Betrieb, Jahrgänge* 1875—1893.

7) **Max Märker**, *Die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirtschaft, Berlin* (1880).

8) **M. Fleischer**, *Die Entphosphorung des Eisens durch den Thomas-Prozefs und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft, Berlin* (1886).

9) **Schultz-Lupitz**, *Die Kalidüngung auf leichtem Boden*, 4. *Aufl.*, *Berlin* (1894).

9a) **Schultz-Lupitz**, *Die Kalk-Kali-Phosphatdüngung, Dresden* (1892).

10) **Hellriegel**, *Beilageheft z. Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzucker-Ind. d. D. R.* (1888) *Novbr.*

11) **J. König**, *Die Verunreinigung der Gewässer, Berlin* (1887).

12) **Franz Hulwa**, *Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasserversorgung der Stadt Breslau, Ergänzungshefte zum Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege* 1. *Bd* 86 (1885).

13) **F. Fischer**, *Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung, Berlin* (1891).

14) **Charles T. Liernur**, *Rationelle Städteentwässerung, Berlin* (1883).

15) **Süfsenguth**, *Die Industrie der Abfallstoffe, Leipzig* (1879).

16) **Babut du Marès**, *Le Sewage, son Utilisation et son Epuration, Leipzig* (1883).

17) **Fadejeff**, *Die Unschädlichmachung der städtischen Kloakenauswürfe durch den Erdboden, Leipzig* (1886).

18) **J. Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte mit besonderer Berücksichtigung der Schwemmkanalisations- und Berieselungs-Anlagen, Wien* (1880).

19) **E. Perels**, *Handbuch des landwirtschaftlichen Wasserbaues, Berlin* (1877).

20) **L. Vincent**, *Die Drainage, deren Theorie und Praxis*, 5 *Aufl.*, *Leipzig* (1873).

21) **H. Fleck**, *Ueber Flufsverunreinigungen, deren Ursachen, Nachweis, Beurteilung und Verhinderung, Dresden* (1884).

22) **Ad. Fegebeutel**, *Die Kanalwasser(Sewage)-Bewässerung oder die flüssige Düngung der Felder im Gefolge der Kanalisation der Städte in England, Danzig* (1870).

23) **Herm. Eulenberg**, *Gutachten der königl. wissenschaftl. Deputation für das Medizinalwesen in Preufsen über die Kanalisation der Städte, Berlin* (1883).

24) **Lindlay**, *Die Klärbeckenanlage für die Sielwässer von Frankfurt a. M., D. Viertelj. f. öffentl. Gespfl.*, 16. *Bd.* (1884).

25) **Fegebeutel**, *Die Kanalwasser(Sewage) Bewässerung in Deutschland, Danzig* (1894).

26) **L. Mitgan**, *Bericht über die in Berlin, Amsterdam u. s. w. eingeführten Systeme der Städtereinigung, Braunschweig* (1880).

27) **Eulenberg**, *Gutachten der kgl. Dep. f. Medizinalwesen in Preufsen betreffend das Liernursche Reinigungsverfahren in Städten, Berlin* (1884).

28) **J. Hobrecht**, *Beiträge zur Beurteilung des gegenwärtigen Standes der Kanalisations- und Berieselungsfrage, Berlin* (1883).

29) **König**, *Ueber die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung von fauligen und fäulnisfähigen Schmutzwassern, Berlin* (1885).

30) *Berichte der städtischen Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke über die Desinfektion von Kanalwasser, zu Berlin.*

31) **Grandke**, *Die Rieselfelder von Berlin und die Spüljauche, Berlin* (1892).

32) **Klein**, *Das galvanische Filter und die rationelle Nutzbarmachung der Kanalisationsjauche für die Landwirtschaft, ein Beitrag zur Städtereinigungsfrage.*

33) **Hajniš**, *Historisch-kritische Studien über das Liernur'sche System mit besonderer Berücksichtigung des Entwässerungssystems mittels Injektoren, Prag* (1886)

34) **J. Soyka**, *Hygienische Tagesfragen, I. Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände, München* (1880).

35) *Wasserleitung, Kanalisation und Rieselfelder von Danzig, Danzig* (1876).

36) **Stammer**, *Die Reinigung der städtischen Abwässer und die Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe, eine Lebensfrage für grofse und kleine Städte und deren Lösung, Breslau* (1885).

37) **Peschke**, *Die Petri'sche Methode für Reinigung städtischer Kanalwässer, Berlin* (1884).

38) **Weigelt**, *Die Schädigung von Fischerei und Fischzucht durch die Industrie- und Haus-Abwässer, Archiv für Hygiene*, 3. *Bd.* 1. *Heft, München* (1885).

39) **Schweder**, *Die Spüljauchen-Rieselung, Abdruck aus Alex. Müller's Landwirtschaftlichem Centralblatt für Deutschland, Berlin* (1875).

40) **Charles T. Liernur**, *Beantwortuug der Fragen der kgl. preufs. wissenschaftl. Deputation für das Medizinalwesen vom* 11. *Januar* 1882, *in betreff der Kanalisation auf getrenntem Wege* (*Differenziersystem*).

41) **Knauff**, *Der Torf als Filtrationsmittel für Kanaljauchen, Berlin* (1884).
42) **Schleh**, *Fäkal-Reservoir mit Absorptions-Vorrichtung und fester Entleerungsleitung, Köln* (1880).
43) **Knauff**, *Ableitung des Regenwassers aus Städten, mit Hinblick auf die Berliner Kanalisation, Berlin* (1882).
44) **Rudel**, *Das neue Filtrationsverfahren von Dr. Gerson-Hamburg, Hamburg.*
45) **A. Schultz**, *Zur Städtereinigungsfrage, Berlin* (1881).
46) **Alex. Glen**, *The Rivers Pollution Prevention Act* (1876).
47) **Bailey Denton**, *Sewage disposal. Ten Years' Experience in works of Intermittent Downward Filtration separately and in Combination with Surface Irrigation.*
48) **Isaac Shone**, *Isaac Shone's Pneumatic Sewerage System, Scientific and sanitary, versus unscientific and unsanitary; Sewerage and Drainage; with an exposition of the new pneumatic system, London* (1880).
49) **Robinson**, *Some recent phases of the Sewage Question with remarks on „Ensilage" as applied to the Storing and preservation of sewage grown green crops, London.*
50) **Robinson**, *Address on River Pollution delivered at the Parkes Museum of Hygiene,* 26. *February* 1885, *London.*
51) **Birch**, *Sewage Irrigation by Farmers, or fifty instances of profitable Sewage Utilization, London* (1879).
52) **Baldwin Latham**, *A Scheme of Sewerage and Sewage Utilization for Hornsey, London* (1869).
53) **Bailey Deuton**, *Sanitary Works and Sewage Utilization, London* (1869).
54) **Maxwell and Tuke**, *Suggestions for the Economical Collection and Disposal of the Sewage, and the Utilization of the solid refuse, London* (1880).
55) **Babut du Marès**, *La Crise Agricole et la Déperdition des Engrais, Bruxelles* (1886).
56) *Siehe dieses Handbuch Bd.* 1 *Abteilung* 1.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Einwirkung der Rieselfelder auf die Gesundheit der Bewohner und Nachbarn*).

(Verfasser: Th. Weyl.)

Die Gefährlichkeit der Rieselfelder für die öffentliche Gesundheit ist ein noch immer hie und da verbreitetes Theorem, dessen Richtigkeit durch den Hinweis darauf begründet zu werden pflegt, daß die Rieselfelder gesundheitsschädlich wirken müßten, weil ja auf dieselben die in so hohem Grade fäulnisfähigen Abfälle der Städte gebracht würden. Diese Abfälle sollen auf den Rieselfeldern sich allmählich zersetzen, die nähere und weitere Umgebung verpesten und durch die entwickelten „Miasmen" die Gesundheit der Bewohner und Umwohner schädigen.

Bei der im folgenden versuchten wissenschaftlichen Bekämpfung dieser Anschauungen wird es sich empfehlen, die Frage nach der Gefährlichkeit der Rieselfelder von einem doppelten Gesichtspunkte aus zu beleuchten:

1) Welche Prozesse chemischer und biologischer Art finden auf den Rieselfeldern statt?

2) Leiden die Bewohner und Nachbarn der Rieselfelder durch die Rieselfelder Schaden und werden durch die Rieselfelder ansteckende Krankheiten, z. B. Cholera und Typhus abdominalis, verbreitet?

1. Die chemischen und biologischen Prozesse im Erdboden.

Wie die einfachste Beobachtung zeigt, dringen die auf einen durchlässigen Boden gebrachten Bestandteile in denselben ein, während die festen Bestandteile zunächst liegen bleiben.

Untersucht man nun diejenige Flüssigkeit, welche in den Boden eingedrungen war und aus den tieferen Bodenschichten als Drain-

*) Der günstige Einfluſs, den Rieselfelder auf die Gesundheit derjenigen Städte ausüben, welche ihre Abwässer auf Rieselfelder schicken, fällt vielfach mit demjenigen einer rationellen Städtereinigung überhaupt zusammen und ist von Blasius in diesem Bande S. 36 ff. geschildert worden. Vergl. auch: Th. Weyl, Ueber die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte, Jena 1893.

wasser wiederum zu Tage tritt, so ergiebt die chemische und mikroskopische Prüfung, daß sich die Zusammensetzung der aufgegossenen Flüssigkeit im Boden, also durch den Boden wesentlich verändert hat. War die aufgegossene Flüssigkeit trübe, so ist sie jetzt klar und farblos, war sie übelriechend, so ist sie jetzt fast geruchlos. Die Menge der kohlenstoffhaltigen (organischen Substanz) hat sich wesentlich verringert, und an die Stelle der zusammengesetzten stickstoffhaltigen organischen Körper, also z. B. an die Stelle von Harnstoff und Harnsäure, sind jetzt anorganische Körper, wie Ammoniak und Salpetersäure, getreten.

Die früher an Bakterien aller Art reiche Flüssigkeit ist arm an Bakterien geworden.

Diese Verhältnisse werden durch den folgenden, von Frankland mitgeteilten Versuch besonders anschaulich gemacht, in welchem der Bakteriengehalt allerdings nicht berücksichtigt ist, weil er zu einer Zeit angestellt wurde, in welcher eine wissenschaftliche Bakteriologie noch nicht existierte.

Veränderungen des Sielwassers durch Bodenfiltration nach Frankland[1].

1 l Sielwasser enthielt mg:

	gelöst	organ. Kohlenstoff	organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitraten und Nitriten
vor der Filtration	645	43,86	24,84	55,57	0,00
nach der Filtration: 15′ starke Sandschicht	785	10,33	3.30	6,26	35,12
nach der Filtration: 15′ starke Schicht v. Sand u. Kreide	968	7,26	1,13	0,35	38,14

Daß die so ungemein bakterienreichen Spüljauchen durch die Bodenfiltration wesentlich keimärmer werden, beweisen jene zahlreichen Untersuchungen, welche auf Veranlassung des Berliner Magistrats an den Berliner Rieselwässern vorgenommen werden. Zu dem gleichen Resultate führen die auf den Pariser Rieselfeldern vorgenommenen Prüfungen[2].

Die eben geschilderten Eigenschaften eines Filters besonderer Art entfaltet aber der Boden nur unter ganz bestimmten Umständen.

Nicht genug, daß er durchlässig ist, also ein relativ großes Porenvolumen besitzen muß, nicht genug, daß eine filtrierende Schicht von genügender Mächtigkeit zur Verfügung steht: wesentlich beteiligt sind vielmehr an der merkwürdigen Thätigkeit und Fähigkeit des Bodens die Bakterien, welche sich in den oberen Schichten desselben regelmäßig finden. Und so mächtig ist dieser Einfluß, daß ein bakterienfreier Boden, wie er durch absichtliche Sterilisation im Laboratorium gewonnen werden kann, zwar einige der einem nicht sterilen Boden zukommenden Eigenschaften besitzt, sich von diesem jedoch in den wesentlichsten Punkten unterscheidet.

Nur ein bakterienhaltiger Boden wirkt, wie die folgende Tabelle zeigt, mineralisierend und selbstreinigend; nur dieser vermag die organischen, hochmolekularen Körper, welche in denselben eindringen, zu verbrennen und in anorganische Stoffe überzuführen.

Wirkung von sterilem und von keimhaltigem Boden auf 100 ccm verdünnten Harns nach Fodor[3].

	Filtrat durch nicht erhitzten Boden	Filtrat durch erhitzten Boden
Ammoniak	1,75 mg	1,5 mg
Organische Substanzen . .	19,2 „	84,04 „
Salpetersäure	90,0 „	0,0 „

Aus den oben angeführten Thatsachen, deren experimentelle Begründung in Fodor's Hygiene des Bodens[4] zu finden ist, geht hervor: daß der Boden unter geeigneten Verhältnissen fäulnisfähige Substanzen in anorganische, also der Fäulnis nicht mehr unterliegende Stoffe zu verwandeln und Bakterien ganz oder teilweise zurückzuhalten vermag.

1) **Fodor**, *dieses Handb.* 1. *Bd.* 121.
2) **Soyka**, *Der Boden* 216.
3) **Fodor**, *a. a. O.* 138.
4) **Fodor**, *a. a. O* 37.

2. Vermeintliche Gefahren der Rieselfelder für Bewohner und Nachbarn.

a) Erzeugung übler Gerüche.

Die Rieselfelder verbreiten, so behaupten die Gegner derselben, einen höchst unangenehmen Geruch und schädigen durch denselben die öffentliche Gesundheit.

Dieser Vorwurf ist in seiner Allgemeinheit sicher unrichtig, wie jeder zugeben wird, der die Rieselfelder von Danzig oder Berlin häufiger besucht hat. Richtig ist, daß schlecht angelegte und schlecht bewirtschaftete Anlagen einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten, weil die Spüljauche auf denselben fault, statt in den Boden einzudringen. Wo aber die Felder drainiert sind, wo die auf das Rieselfeld geschickte Wassermenge in richtigem Verhältnisse zu der Größe des Feldes steht (S. 336), dort wird ein Geruch namentlich während des heißen Sommers zwar bemerkbar, derselbe ist jedoch so unschuldig, daß selbst gegen Gerüche empfindliche Personen stundenlang auf den Rieselfeldern spazieren gehen können, ohne von Kopfschmerzen, Uebelkeit oder anderen Beschwerden befallen zu werden.

So führt z. B. nach Dr. Carpenter über die Rieselfelder von Norwood ein Weg, welcher von Hunderten von Personen auf ihren Geschäftsgängen und beim Spazierengehen benutzt wird, und zwar viel häufiger benutzt wird als andere Wege in der Nachbarschaft[1].

Es kann ferner ohne Uebertreibung behauptet werden, daß gut bewirtschaftete Rieselfelder zu keiner Zeit einen stärkeren Geruch verbreiten, als derjenige ist, welcher empfunden wird, wenn Stallmist oder Latrine auf die Felder zur Düngung derselben ausgebreitet wird. Und es fällt doch niemand ein, etwa die Anwendung der genannten Dungmittel wegen des mit ihrer Anwendung verbundenen üblen Geruches zu untersagen!

Uebrigens haben die üblen in der Nähe von Rieselfeldern wahrgenommenen Gerüche bisweilen eine ganz andere Quelle als die beschuldigten Rieselfelder. So weist Colin[2] in einem amtlichen Be-

richte nach, daß die Gerüche, über welche sich die in der Nähe von Gennevilliers (Paris) belegenen Schulen beschwerten, nicht durch die Rieselfelder bedingt waren, sondern vielmehr von den unweit der Schulen etablierten Abladeplätzen und von chemischen Fabriken herstammten, deren gasförmige Emanationen die Luft verpesteten *).

1) **Corfield**, *Treatment and utilisation of sewage, London* 1871, 2. *Edit.*, 273.
2) **L. Colin**, *Ann. d'hygiène publ.* (1895) 425.

b) *Uebersättigung (Erschöpfung) und Versumpfung.*

Die Gegner der Rieselfelder haben ferner behauptet, daß der jahraus, jahrein berieselte Boden das Vermögen, die aufgegossenen organischen Bestandteile zu mineralisieren, allmählich verlöre und sich mit der Zeit in einen Sumpf verwandle, der die Gesundheit der Bewohner bedrohe.

Diese Befürchtungen sind in ihrer Allgemeinheit sicherlich unzutreffend. Nur wenn das für Rieselzwecke gewählte Terrain für diesen Zweck ungeeignet ist, weil es eine zu geringe Porosität besitzt, z. B. aus stark thonigem Boden besteht, oder wenn die Felder nicht oder ungenügend drainiert sind, oder wenn die Menge des auf die Bodeneinheit gelangenden Rieselwassers zu groß ist, dann können die Thatsachen den Behauptungen entsprechen (S. 334 und 336).

Daß aber ein für Rieselzwecke geeigneter Boden seine mineralisierenden Eigenschaften auch nach vieljähriger Benutzung nicht verliert, zeigen die Rieselfelder von Bunzlau[2], wo der Rieselbetrieb seit 1539 (!) ohne Unterbrechung fortdauert, ferner die Rieselfelder von Edinburgh, welche ihren Zwecken schon seit fast 150 Jahren dienen, zeigen die seit 25 Jahren in Danzig gemachten Erfahrungen.

In gleichem Sinne sprechen die exakten Untersuchungen Salkowski's, nach welchen sich die Zusammensetzung der von demselben Rieselfeld gelieferten Drainwässer im Verlauf von 6 Jahren nicht wesentlich änderte[1].

Richtig gewählte und richtig geleitete Rieselfelder unterliegen also weder der Versumpfung noch der Erschöpfung.

1) **Salkowski**, *Deutsche Medizinal-Zeitung* (1887) *No.* 1 *und* 2.
2) *Siehe diesen Band S.* 5 *und* 116.

c) *Krankheiten unter dem Einflusse der Rieselfelder.*

Die Frage, ob die Bewohner und Nachbarn der Rieselfelder durch diese geschädigt werden, ob Cholera, Abdominaltyphus und andere Krankheiten durch die Rieselfelder verbreitet werden, ist, wie fast alle großen Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege, zuerst in England Gegenstand eingehender und vorurteilsfreier Untersuchung gewesen. Namentlich sind die vor der River pollution commission gemachten Aussagen erwähnenswert.

So waren nach Professor Christison, einem der Zeugen vor der Königl. Kommission zum Studium der Flußverunreinigung, die

---

*) Der Bericht[2] stellt ferner fest, dafs die grofse Zahl von Fliegen in den Schulen von Gennevilliers von den Rieselfeldern stammen. Infolge dieses Berichtes bestimmte die Aufsichtsbehörde, dafs die Rieselfelder mindestens 30 m von den Schulgebäuden entfernt bleiben müfsten.

Rieselgüter von Edinburgh, welche bekanntlich seit mehr als 140 Jahren in Betrieb sich befinden, niemals der Sitz von Erkrankungen an Typhus, Cholera oder Dysenterie weder zu Zeiten von Epidemien noch außerhalb solcher [1].

Nach Dr. Littlejohn [2] kamen in dem Lager von Piershill in Schottland, in dessen Nähe sich Rieselgüter befinden, während der Jahre 1865—1866, wo die Cholera in Leith und Edinburgh wütete, Erkrankungen an Cholera nicht vor. Die Bewohner von Barking blieben frei von Cholera, obgleich diese in London viele Opfer forderte und der ganze Norden von London seine Abwässer auf die Rieselfarm von Barking schickte. Dagegen erkrankten die Kinder, welche in der Umgebung der Rieselgüter von Norwood lebten, an Malaria, solange die Rieselfelder dieser Stadt schlecht drainiert waren und stehenden Sümpfen glichen.

Nach dem 9. Report of the medical officers of the privy council wurde die Gesundheit der Umwohner durch die Rieselfelder an den folgenden Orten in keiner Weise beeinträchtigt: in Worthing, in der Irrenanstalt von Colney Hatch [1].

Für die Unschädlichkeit der Rieselfelder spricht sich auch der second and final Report of the Royal commission on the metropolitain sewage discharge vom Jahre 1884 aus [2].

Ob die Typhusepidemie von Barking durch die Rieselfelder veranlaßt wurde, ist zum mindesten zweifelhaft, weil, wie Buchanan ermittelte [11], die Erkrankten nicht auf den Rieselfeldern, sondern in der Stadt wohnten und auf den Rieselfeldern nur als Arbeiter beschäftigt waren.

Daß die Typhusepidemie von Croydon, welche ihrerzeit viel besprochen wurde, nicht durch die Rieselfelder hervorgerufen wurde, ist mit Sicherheit festgestellt worden [12].

England besitzt ungefähr 50 größere und ebensoviele kleinere Rieselanlagen (S. 330). Trotzdem ist dort der Abdominaltyphus eine seltene Krankheit [2].

Auch als Paris die ersten Berieselungsversuche in größerem Maßstabe auf der Ebene von Gennevilliers unternahm, wurden Stimmen laut, welche eine nachteilige Beeinflussung der öffentlichen Gesundheit durch diese Anlagen fürchteten. Allerdings glichen die Pariser Rieselfelder im Anfange mehr sumpfartigen Wiesen als regelrecht bewirtschafteten Rieselländereien, und für diese Perioden dürften die ausgesprochenen Befürchtungen nicht unbegründet gewesen sein. Diese Zustände änderten sich aber, wie aus den Mitteilungen von Bertillon und Ogier hervorgeht, schnell, als für eine genügende Drainage der Rieselfelder Sorge getragen worden war.

Bertillon [3] vergleicht auf Grund amtlicher Zählungen die Sterblichkeit von Gennevilliers, Asnières und Colombes, in deren Nähe die ersten Rieselfelder von Paris lagen, mit der Sterblichkeit von Paris und einigen anderen Gemeinden von Nord-Frankreich in der Umgebung von Paris. Da die Gemeinden der Umgebung von Paris ihre Kranken vertragsgemäß in die Pariser Spitäler schicken, wurden die Todesfälle solcher Kranken, welche zwar in den Pariser Krankenhäusern starben, aber aus den Vororten von Paris stammen, der Sterblichkeit der Vororte zugefügt.

Von 10000 Einwohnern starben in einem Jahre (Auszug nach dem Original):

Krankheit	Rieselland		Kein Rieselland		
	Mittel der Jahre 1885/87	Im Jahre 1887	Im Jahre 1887		
	Gennevilliers	Gennevilliers Colombes Asnières	Paris	Arrondissement St. Dénis	Kommune vom Arrondiss. St. Dénis, in denen nicht gerieselt wird
Typhus abdominalis	6	7	?	7	7
Pocken	3	4	2	4	4
Scharlach	1	1	1	1	1
Masern	4	3	7	8	9
Keuchhusten	2	0	2	3	3
Diphtherie	11	14	7	10	10
Lungentuberkulose	37	51	50	52	52
Pneumonia und Bronchitis acutae	24	24	25	35	36
Kinderdiarrhöe	29	20	18	31	32
Lebensschwäche	7	7	3	6	6
Gesamt-Sterblichkeit	261	260	234	289	292

Die Tabelle zeigt, daß der Gesundheitszustand in der Nähe der Pariser Rieselgüter weder schlechter noch besser ist als in Paris oder als in solchen Vororten von Paris, in deren Bezirk sich Rieselgüter nicht befinden. Namentlich sind die Todesfälle an Infektionskrankheiten in der Gegend der Rieselgüter nicht häufiger als in den mit ihnen verglichenen Gemeinden. So ist der Typhus abdominalis auf den Rieselgütern ebenso selten wie in den anderen Gemeinden. Pocken, Scharlach und Keuchhusten sind auf allen Territorien gleich verbreitet. Die Diphtherie ist auf dem eigentlichen Rieselgute Gennevilliers selten, während Asnières und Colombes zahlreichere Fälle zeigten. Die Lungentuberkulose ist auf den Rieselfeldern seltener als in Paris und in der Bannmeile von Paris.

So gelangt denn der französische Statistiker zu dem Schlusse: que l'état sanitaire des localités arrosées par l'eau d'égout n'est, depuis trois ans, ni notablement meilleur, ni pire que celui des autres localités du nord et de l'ouest de Paris; que les maladies épidémiques notamment n'y sont pas plus repandues, et que l'emploi de l'eau d'égout comme engrais n'exerce sur la santé publique aucune influence nuisible.

Ogier[4] schließt sich in einem amtlichen Bericht diesen Folgerungen Bertillon's an und meint, daß die epidemischen Krankheiten in der Gegend der Rieselfelder um Paris nicht frequenter sind als in dem Arrondissement von Saint Denis. Vielleicht kommen sogar in der Gegend der Rieselfelder um Paris weniger Infektionskrankheiten vor als in Gegenden, in denen nicht gerieselt wird. Der Grund hierfür liegt nach dem Berichterstatter wahrscheinlich aber nicht in der günstigen Wirkung der Rieselfelder, sondern darin, daß die Infektionskrankheiten in Industriecentren häufiger als außerhalb derselben zu sein pflegen.

Allerdings habe die Zahl der Fälle von Intermittens nach Dr. Lagneau[4] auf den Rieselfeldern infolge der Berieselung zu-

genommen. Denn während in Gennevilliers vor Beginn der Berieselung nur 2—3 Fälle zur Beobachtung kamen, hob sich die Zahl auf 35—39 nach Einführung der Berieselung. Der Grund für diese Erscheinung liegt aber nicht in der Berieselung als solcher, sondern vielmehr darin, daß die Berieselung nicht richtig ausgeführt worden war. Man hatte nämlich, ähnlich wie anfangs in Berlin, die Berieselung ohne gleichzeitige Drainage eingeleitet. Infolge dieses Fehlers bildeten sich nun große Lachen, welche längere Zeit bestehen blieben. Nach Einführung einer richtigen Drainage verschwanden die Lachen und gleichzeitig auch die Malaria.

Auch die Kindersterblichkeit (0—1 Jahr) ist in Gennevilliers keine abnorm hohe.

Dieselbe betrug:

1860—1864	14,18
1865—1869	16,8
1870—1874	18,5
1875—1879	15,2
1880—1881	12,9

während sie sich für ganz Frankreich auf 17—18 Proz. belief.

Die vom Senate ernannte Kommission, als deren Berichterstatter Ogier fungierte, ermittelte ferner durch besondere Versuche, daß der Typhusbacillus in den oberen Filterschichten zurückgehalten wird, wenn man nicht zu schnell und nicht zu reichlich Typhusbacillen auf das Erdfilter bringt. Natürlich gilt dies nur für nicht sterilisierte Erde.

Eine Verschleppung der auf die Rieselländer gelangten pathogenen Bakterien durch die dort gezogenen und dann verkauften Gemüse sei zwar denkbar, eine Uebertragung des Typhus auf diesem Wege wäre aber nur dann zu fürchten, wenn die Gemüse roh, d. h. ungekocht verzehrt würden [4].

Eine Art von indirektem Beweis zu gunsten der Rieselfelder erbringen die Beobachtungen von Vallin [5], welche die Typhussterblichkeit der französischen Armeekorps und Garnisonen von Nordfrankreich mit der von Südfrankreich vergleichen.

Die Garnisonen in Nordfrankreich sind auffallend arm an Typhuskranken, obgleich die Exkremente in einfachster Weise in Fässern gesammelt und auf die Felder ausgegossen werden.

Im Gegensatze hierzu sind die Typhuskranken in den Garnisonen Südfrankreichs sehr zahlreich.

Es betrug die Typhussterblichkeit in den Armeekorps von 1879 bis 1881:

a) in Nordfrankreich		
	1. Korps Lille	13,7 pro 10000
	2. „ Amiens	25,5 „ „
b) in Südfrankreich		
	15. Korps Marseille	51 „ „
	16. „ Montpellier	49,4 „ „

Es ergiebt ferner die Typhusstatistik der einzelnen Garnisonen pro 1879 bis 1881

		Sterbefälle pro 10000
a) in Nordfrankreich		
	Arras	5,5
	Douai	13,3
b) in Südfrankreich		
	Marseille	56,6
	Montpellier	57

Hieraus geht hervor, daß der Typhus durch das Verbringen der Fäkalien aufs Feld nicht verbreitet wird: also erst recht nicht durch eine geregelte Rieselwirtschaft, bei welcher die lebende Pflanze mit wirkt.

Für Deutschland liegen nur aus wenigen Orten Beobachtungen über die Beeinflussung der öffentlichen Gesundheit durch Rieselfelder vor *). Nach Lissauer[6] ist in Heubude und Weichselmünde auf den Rieselfeldern Danzigs in den Jahren, in welchen gerieselt wurde, die Zahl der Todesfälle an Typhus sicher nicht gestiegen und die Gesamtsterblichkeit nicht höher gewesen als früher, wenn man das Cholerajahr 1873 unberücksichtigt läßt.

Sterblichkeit in Heubude.

In den fettgedruckten Jahren wurde gerieselt

Einwohnerzahl	Jahr	Gestorben in Prozent der Bevölkerung		Zahl der Todesfälle an Typhus abdominalis
		überhaupt	an Cholera	
1171	1865	4,09	—	2
	1866	4,44	1,45	1
	1867	4,35	0,42	3
	1868	4,35		3
	1869	5,80		10
1275	1870	3,76		1
	1871	6,44		5
	1872	6,35		1
	1873	5,09	1,56	0
	1874	5,72		?

Sterblichkeit in Weichselmünde.

In den fettgedruckten Jahren 1872—1874 wurde gerieselt.

Einwohnerzahl	Jahr	Gestorben in Proz. der Bevölkerung		Zahl der Todesfälle an Typhus abdominalis
		überhaupt	an Cholera	
1158	1865	3,88	—	1
	1866	4,74	3,1	1
	1867	5,26	1,46	1
	1868	3,36	—	2
	1869	3,10	—	0
1495	1870	2,60	—	0
	1871	2,40	—	1
	1872	3,41	—	1
	1873	7,22	3,8	1
	1874	2,20	—	1

Sterblichkeit pro 100 Einwohner.

	in Weichselmünde	in Heubude	
1875	3,64	4,53	In allen Jahren wurde gerieselt.
1876	2,96	3,97	
1877	2,32	2,93	
1878	2,45	3,69	
1879	3,08	3,76	
1880	3,70	4,43	
1881	2,74	2,59	
1882	3,76	3,40	
1883	2,86	3,88	
1884	2,80	2,65	
1885	3,23	2,95	

*) Die Rieselfelder von Charlottenburg sind erst seit kurzer Zeit im Betriebe.

Allerdings behaupteten die Einwohner von Weichselmünde, daß sie die Cholera in dem Jahre 1873 dem Umstande verdankten, daß die Drainwässer in offenen Gräben durch ihr Gebiet flössen. Demgegenüber wurde aber von August Hirsch, dem Spezialkommissar des preußischen Ministers, festgestellt, daß die Einwohner das Drainwasser, welches durch die Dejektionen der Anwohner verunreinigt worden war, getrunken hatten. Sicher ist hiernach erwiesen, daß die Gesundheit der Gemeinden Heubude und Weichselmünde durch die in ihrer Nähe befindlichen Rieselfelder nicht gelitten hat.

In den folgenden Jahren 1875 bis 1885 ist die Sterblichkeit in Heubude und Weichselmünde, wie die mitgeteilten amtlichen Zahlen erweisen, dauernd gesunken. Dies Fallen der Sterblichkeit ist aber nach Lissauer nicht als ein direkter Einfluß der Rieselfelder aufzufassen, sondern wohl so zu erklären, daß die Bewohner von Heubude durch die Beschäftigung auf den Rieselfeldern eine gut bezahlte Beschäftigung und hierdurch die Mittel zu einer gesünderen Lebenshaltung gewonnen hätten.

In Freiburg in Baden[13] haben sich die Rieselfelder in jeder Hinsicht bewährt. Wie der Bericht des dortigen Stadtrates an den Bürgerausschuß meldet, war „der Gesundheitszustand der zahlreichen Arbeiter und Bewohner der Rieselfelder fortgesetzt ein guter . . .“ Nach den gefälligen Mitteilungen der Herren Professoren Bäumler und Schottelius an Th. Weyl sind zwar auf den dortigen Rieselfeldern bei den auf denselben beschäftigten Arbeitern nach Genuß von Rieselwasser einige Typhusfälle vorgekommen. Doch ist es nicht ausgeschlossen, daß sich dieselben anderswo infiziert haben, um so mehr, als in deren Heimatsdörfern mehrfach Typhus vorgekommen ist. Einzelheiten über diese Typhusfälle enthält das im folgenden abgedruckte Schreiben des Herrn Professor Bäumler.

„Typhuserkrankungen bei Arbeitern auf dem städtischen Rieselfeld, nach den Aufnahmen in das klinische Hospital in Freiburg i. B.:

Die Urbarmachungs- und Aptierungsarbeiten auf dem Rieselfeld begannen im Jahre 1890. Im Jahre 1892 wurde ein Teil der Rieselfelder in Betrieb gesetzt.

Im September und November 1891 wurden zwei Arbeiter, die im Dorfe Haslach ihre Wohnung hatten, mit Typhus ins Hospital aufgenommen.

Im Jahre 1892 vom 7. Juni an neun Arbeiter, im Jahre 1893 vom 22. Februar bis 3. Juli vier, seitdem keiner.

Es ist wahrscheinlich, daß der größte Teil der an Typhus Erkrankten in das klinische Hospital in Freiburg kam. Vereinzelte Fälle mögen in den Ortschaften, wo sie wohnten, verpflegt worden sein.

Daß auf dem Rieselfelde selbst wohl durch Trinken von Grundwasser Infektionen vorkommen, ist für einzelne wenige Fälle kaum anzuzweifeln. Die Betreffenden hatten ihre Wohnung in Freiburg in Häusern, in denen in jener Zeit keine Typhusfälle vorkamen, oder in einem wahrscheinlich Typhus freien Dorfe, oder auf dem Rieselfelde selbst. In diese Kategorie gehören nun 5 Fälle von obigen 15. Die übrigen wohnten in Orten (in Haslach, St. Georgen, Uffhausen, Lehen), aus denen schon vor 1891 z. T. wiederholt Typhusfälle ins Hospital aufgenommen

worden waren; so aus Haslach im Jahre 1885 2 Fälle, 1889 1 Fall; aus St. Georgen 1884 1 Fall, 1886 2 Fälle, 1888 1 Fall, 1889 2 Fälle, 1890 und 1891 je 1 Fall. Auch in anderen benachbarten Ortschaften, von denen aus niemand auf dem Rieselfelde arbeitete, wie Merzhausen, Au, wo in den Steinbrüchen und Ziegeleien arbeitende Italiener öfters wohnen, sind zwischen 1887 und 1891 Typhusfälle ins Hospital gekommen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß der größere Teil der auf dem Rieselfelde arbeitenden an Typhus Erkrankten in den Ortschaften, in welchen sie wohnten, infiziert wurden und daß solche den Krankheitskeim nach dem Rieselfelde verschleppten.

In Freiburg selbst ist die Zahl der Typhusfälle seit 1890 eine sehr niedrige gewesen. Die Hospitalaufnahmen aus Freiburg selbst betrugen:

	1889	1890	1891	1892	1893
M.	35	23	13	12	11
W.	16	17	10	17	11
Summa:	51	40	23	29	22

Bäumler."

Daß die kleineren Rieselanlagen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin und zu Wahlstatt, welche die Abwässer der dortigen Kadettenhäuser aufnehmen, zu Störungen der öffentlichen Gesundheit keinen Anlaß gaben, beweist das S. 375 unter [7] abgedruckte, an Th. Weyl gerichtete Schreiben des Kgl. preußischen Kriegsministeriums.

In gleichem Sinne äußert sich A. Baer über das Rieselfeld des Gefängnisses zu Plötzensee bei Berlin [14].

Ueber den Gesundheitszustand der Berliner Rieselfelder sind wir durch die amtliche Statistik, welche der Magistrat zu Berlin [8] führen läßt, auf das genaueste unterrichtet.

Tabelle I.

Sterblichkeit auf den Berliner Rieselfeldern (und in Berlin).

	1884 bis 1885	1885 bis 1886	1886 bis 1887	1887 bis 1888	1888 bis 1889	1889 bis 1890	1890 bis 1891	1891 bis 1892	1892 bis 1893	1893 bis 1894
Sterblichkeit auf 1000 Bewohner der Rieselfelder	15	14,1	10,3	13,1	6,5	8,8	6,7	11,5	6,9	5,5
Sterblichkeit auf 1000 Kinder von 0—15 Jahren der Rieselfelder	35,5	29,1	33,4	48,5	22,2	15,6	15,4	32,0	17,3	25,7
Sterblichkeit (ohne Totgeburten) auf 1000 Bewohner Berlins	(25,35)	(25,01)	(23,76)	(21,11)	(20,47)	(22,25)	(21,16)	(20,39)	(20,5)	(?)
Sterblichkeit (ohne Totgeburten) auf 1000 Kinder Berlins	(52,0)	(50,7)	(47,4)	(40,3)	(42,2)	(44,7)	(41,9)	(39,6)	(41,0)	(?)

Wie aus der obigen Tabelle 1 hervorgeht, ist die Gesamtsterblichkeit der Bewohner der Rieselfelder stets geringer als in Berlin. Dasselbe gilt auch für die Sterblichkeit der Altersklasse von 0—15 Jahr. Eine Ausnahme macht das Jahr 1887—1888,

Tabelle 2.

Erkrankungen und (Sterbefälle) auf den Berliner Rieselfeldern.
(K. = Personen unter 15 Jahren, † = Tod.)

	1884 bis 1885	1885 bis 1886	1886 bis 1887	1887 bis 1888	1888 bis 1889	1889 bis 1889	1890 bis 1891	1891 bis 1892	1892 bis 1893	1893 bis 1894
Auf den Rieselfeldern beschäftigte Personen	1507	1410	1835	1907	2012	1921	1935	2257	2446	3818
Darunter Kinder unter 0—15 Jahren	422	411	419	412	449	448	454	562	577	661
Typhus abdominalis	5	2	2 (1 †)	1	—*	3**	—	—	2***	—
Ruhr	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Wechselfieber	6	9	11	2	6**	3	4	6	—	1
Masern	2	32	28	5	18	—	13 (1 K.†)	2	3	26
Scharlach	—	12 (4 K.†)	34 (3 K.†)	—	3	12 (1 K.†)	4	4	3	4
Diphtherie (+ Scharlach, Diphtherie + Kroup)	19 (2 K.†)	47 (3 K.†)	8 (2 K.†)	53 (6 K.†)	32 (2 K.†)	7	18	25 (2 K.†)	7 (2 K.†)	11 (2 K.†)
Keuchhusten	9	1	—	10	5	7	1	5	—	20
Brechdurchfall + Durchfall + Cholera nostras + akute Magen-Darmerkrankung.	72 (4 K.†)	82 (1 K.†)	106 (2 K.†)	110 (2 K.†)	73	115 (2 K.†)	86 (3 K.†)	73 (7 K.†)	88 (4 K.†)	58 (4 K.†)

* In Berlin eine ausgebreitete Typhus-Epidemie.
** Malaria wird gleichzeitig auch auf nicht berieselten Gütern beobachtet.
*** Vergl. Berl. klin. Wochenschr. 1893, No. 7, 10, 12.

in welchem die Sterblichkeit der Altersklasse von 0—15 Jahr auf den Rieselfeldern größer als in Berlin gewesen ist*).

In Tabelle 2 s. o. sind die auf den Rieselfeldern beobachteten Sterbefälle an 8 Krankheiten zusammengestellt*). Dieselbe beweist, daß die Anzahl der Sterbefälle außerordentlich gering war, namentlich auch an Typhus abdominalis und an Darmkrankheiten. Im Verlaufe von 10 Jahren ereigneten sich auf den Berliner Rieselfeldern überhaupt nur 15 Typhusfälle: darunter war e i n e r mit tötlichem Ausgange. Cholera wurde auf den Rieselfeldern überhaupt nicht beobachtet.

Wünschenswert wäre es gewesen, die Gesamtsterblichkeit und die Sterblichkeit an bestimmten Krankheiten, wie sie auf den Rieselfeldern beobachtet wurde, mit derjenigen einiger ländlicher Distrikte um Berlin, in welchen nicht gerieselt wird, zu vergleichen. Leider fehlt hierfür das statistische Material.

Nicht ohne Leidenschaft wurde die Frage[9] diskutiert, ob die auf den Berliner Rieselfeldern und in deren Nachbarschaft beobachteten Typhusfälle durch den Rieselbetrieb bedingt seien. Dies wird von V i r c h o w[9] bestritten. Aber selbst zugegeben, es seien wirklich 15 Bewohner der Rieselfelder und einige Umwohner im Verlauf von 10 Jahren an Typhus abdominalis erkrankt und einer von ihnen gestorben, so läge kaum ein Grund vor, deshalb die Rieselfelder als

*) Die absoluten Zahlen, welche den Tabellen 1 und 2 zu Grunde liegen, sind auf S. 374 abgedruckt.

eine verdammenswerte Einrichtung zu bezeichnen. Mit demselben Grunde könnte man den Kampf gegen die chemischen Fabriken eröffnen, weil diese Gifte produzieren. Aber ebensowenig, wie die chemischen Fabriken geschlossen werden dürfen, weil jährlich in denselben eine gewisse Zahl von Vergiftungen beobachtet wird, welche noch dazu meist durch ein regelwidriges Verhalten der Arbeiter bedingt werden, ebensowenig wird man die Rieselfelder abschaffen wollen, weil dieselben vielleicht einige Male als Erreger oder Verbreiter des Typhus gedient, oder weil einige auf den Rieselfeldern beschäftigte Arbeiter Drainwasser der Rieselfelder als Trinkwasser benutzt haben.

Hygienisch bedenklich erscheinen die Einstaubbassins zu sein, weil die Spüljauche durch diese nur unvollkommen gereinigt wird (S. 341).

Bei den Bewohnern der inmitten der Berliner Rieselfelder erbauten und stets bewohnten Rekonvalescentenanstalten und Krankenhäuser hat sich bisher niemals ein nachteiliger Einfluß der Rieselfelder gezeigt *).

1) **Corfield**, *Treatment and utilisation of sewage, London* 1871, 2. *Edit.* 276 *ff; First Report of the Riv. Pol. Comm. Vol.* 1, 90.

2) *Nach gef. Mitteilung des Herrn Ingenieur* **Roechling** *in Leicester.*

3) **J. Bertillon**, *Revue scientifique* 3 *Sér.* 15. *Bd.* 269.

4) **Ogier**, *Ann. d'hygiène* (1889) 3 *Sér.* 21. *Bd.* 350 (*Amtlicher Bericht!*).

5) **Vallin**, *Revue d'hygiène* (1885) 288.

6) **Lissauer**, *D. Viertelj. f. öffentl. Gesdhpfl.* (1875) 7. *Bd.* 737 *und* (1887) 19. *Bd.* 99.

7) *Schreiben des Kgl. preufs. Kriegsministeriums vom* 30 *Jan.* 1894 *an Th. Weyl.*

Berlin, den 30. Januar 1894.

Euer Hochwohlgeboren erwidert das Kriegsministerium auf die gefl. Anfrage vom 16. Nov. v. J., ob das Rieselfeld der Hauptkadettenanstalt zu Grofs-Lichterfelde oder sonstige vom Kriegsministerium ressortierende Rieselanlagen die Gesundheit der Anlieger oder der auf den genannten Anlagen beschäftigten Arbeiter geschädigt haben, ergebenst, dafs nach den stattgehabten Erhebungen der Gesundheitszustand der von dem Pächter der Rieselfelder in Grofs-Lichterfelde zur Bewirtschaftung desselben herangezogenen Personen seit dem nunmehr 12-jährigen Bestehen der Anlage ein durchaus guter gewesen, und dafs ein Auftreten infektiöser Erkrankungen oder irgend welcher auf den Einflufs der Rieselanlage zurückzuführender Gesundheitsstörungen niemals, weder unter den auf dem Felde selbst arbeitenden Leuten, noch unter den in der Nähe desselben Wohnenden beobachtet worden ist.

Auch über das dem Kadettenhause Wahlstatt zugehörige und erst seit dem 1. Oktober v. J. im Betriebe befindliche, kleine Rieselfeld ist von schädlichen Einflüssen auf die für die Bebauung desselben in Betracht kommenden Leute und auf die Anwohner bisher nichts bekannt geworden.

No. 133/I. 94. M. A. Der Kriegsminister. I. A.: v. Coler.

8) *Berichte der Deputation f. d. Verwaltung der Kanalisationswerke Berlin* 1882—1894; *vergl. auch:* **Roechling**, *On the sewage-farms of Berlin, Proc. of the Institution of Civil Engineers Vol.* 109 *Sess.* 1891—1892 *Part* 3.

9) **R. Virchow**, *Berl. klin. Wochenschr.* (1893) *S.* 153; **Schäfer**, *Berlin. klin. Wochenschr.* (1894) *S.* 287.

10) *Tabelle enthaltend die absoluten Zahlen zu Tab.* 1 *u.* 2 *auf S.* 374.

11) *Vergl. D. Viertelj. f. öffentl. Gesundhpfl.* (1877) 4. *Bd.* 480.

12) **Virchow**, *Ges. Abhdlg. II*, 460.

13) *Vorlage des Stadtrates der Stadt Freiburg i. Breisgau an den Bürgerausschufs, Freiburg i. B.* (1895) 7. *Vergl.* **Lubberger**, *Gesundheits-Ingen.* (1892) *No.* 20, 21, 22.

14) *Private Mitteilung des Herrn Geh. Sanitätsrates Dr. A. Baer.*

*) In den Drainwässern der Berliner Rieselfelder leben Edelfische, z. B. Forellen, in üppigem Gedeihen.

	1884—85	1885—86	1886—87	1887—88	1888—89	1889—90	1890—91	1891—92	1892—93	1893—94
Bewohner der Rieselfelder	1507	1410	1835	1907	2012	1921	1935	2257	2446	3818
(darunter Kinder unter 15 Jahren)	(422)	(411)	(419)	(412)	(449)	(448)	(454)	(562)	(577)	(661)
Erkrankungen auf den Rieselfeldern	412	451	571	584	518	590	427	464	439	573
(darunter Kinder unter 15 Jahren)	(170)	(174)	(278)	(216	(211)	(193)	(164)	(185)	(193)	(304)
Sterbefälle auf den Rieselfeldern	23	20	20	25	13	17	13	26	17	21
(darunter Kinder unter 15 Jahren)	(15)	(12)	(14)	(20)	(10)	(7)	(7)	(18	(10)	(17)
Einwohner von Berlin *)	1 271 127	1 314 265	1 361 866	1 413 090	1 467 384	1 521 715	1 586 386	1 640 763	1 674 613	
Sterbefälle der Altersklasse 0—15 Jahre *) in Berlin	19 358	19 464	18 780	16 516	17 817	19 251	18 382	17 716	18 582	
Lebende der Altersklasse 0—15 Jahre *) in Berlin	371 685	383 562	396 101	409 493	422 054	430 658	438 530	446 451	452 248	

*) Mittel aus zwei zu einander gehörigen Jahren.

SCHLUSS.

Ein Urteil über die Schädigung der öffentlichen Gesundheit durch Rieselfelder kann nur durch einen auf statistischer Grundlage zu führenden Beweis erbracht werden.

Wo aber statistische Erhebungen über den Gesundheitszustand auf den Rieselfeldern oder in ihrer Umgebung vorliegen: aus England, aus Paris*), aus Orten Deutschlands, namentlich aus Berlin, welches bekanntlich die größte überhaupt bestehende Rieselanlage besitzt, führen diese Erhebungen zu dem Schluß**): größere, irgendwie in Betracht kommende Schädigungen der öffentlichen Gesundheit durch gut geleitete Rieselfeldanlagen sind bisher nirgends beobachtet worden***).

1) **Th. Weyl**, *Beeinflussen die Rieselfelder die öffentliche Gesundheit, Berlin. klin. Wochenschr.* 1896 *No.* 1; **Virchow** *in der Diskussion über diesen Vortrag, Berl. klin. Wochenschr.* (1895) 1103 *u.* 1122 (*in Weyls Schlufswort*).
2) *Revue de Hygiène* (1885) 6. *u.* 7. *Bd.*, *vergl. Sehmidts Jahrb.* (1886) 210. *Bd.* 70.
3) *Vergl.* **Jul. Rochard**, *Encyclopédie d'Hygiène* (1891) 3 *Bd.* 272.
4) **Vallin**, *Revue d'Hygiène* (1894) 570.

---

*) In Frankreich berief der Senat eine Kommission von Sachverständigen zur Begutachtung des Gesetzentwurfes über die Assanierung der Seine. Derselben gehörten an: Brouardel, Bergeron, Chauveau, Colin, P. Dupré, Grancher, G. Pouchet, Vallin, du Mesnil, Napias, Ogier u. a. Brouardel hatte sich früher[2] dafür erklärt, dafs die Ueberrieselung mit Flüssigkeiten, welche menschliche Fäkalien enthalten, verboten würde. Sogar Pasteur[3] war noch im Jahre 1888 dieser Meinung und scheint derselben bis an sein Lebensende treu geblieben zu sein. Brouardel dagegen schlofs sich später dem Votum der Senatskommission an, dafs die Verwendung von Flüssigkeiten, welche Exkremente enthalten, zur Berieselung, die Gesundheit der Gegenden nicht gefährdet, in welchen sich Rieselfelder befinden.

**) Die wissenschaftliche Deputation für das Medizinalwesen in Preufsen verneinte bereits im Jahre 1884, also zu einer Zeit, wo praktische Erfahrungen über den Rieselbetrieb aus Deutschland überhaupt noch nicht vorlagen, die Gefährlichkeit der Rieselfelder für deren Bewohner und Nachbarn, indem sie sich namentlich auf die statistischen, von Joh. Simon veröffentlichten Reports an den Privy Council berief. Vergl. John Simon, Public health reports, 2 Bde., London 1887, ferner Viertelj. für ger. Med. (1884) N. F. Supplem. Heft 40. Bd. 35. — Nach Vallin[4] erhielt Bechmann, der Stadtbaumeister von Paris, auf seine Anfrage von Virchow die Antwort, dafs er die Berieselung noch immer für die beste Methode zur Beseitigung der städtischen Abwässer halte, und Vallin fügt in seinem amtlichen Berichte hinzu, dafs die Professoren der Hygiene an sechs französischen Fakultäten ihr Votum in gleichem Sinne abgegeben hätten. Er erblickt darin ein sicheres Zeichen für die Vortrefflichkeit der Methode, dafs 6 Sachverständige unabhängig voneinander zu dem gleichen Votum gelangt sind! — Dafs Virchow seine Anschauung noch heute vertritt, geht aus seinen Aeufserungen hervor, welche er im Anschlufs an einen Vortrag an Th. Weyl in der Berliner medizinischen Gesellschaft machte[1].

***) Mit der Frage, ob die Gesundheit der Umwohner von Rieselfeldern durch den Rieselbetrieb leidet, darf eine andere nicht vermengt werden: nämlich diejenige, ob es möglich ist, ungesunde, namentlich tiefliegende Landstriche, in denen Malaria haust, durch dauernde Bedeckung mit Wasser (Submersion) zu assanieren. Hierüber ist zu vergleichen: Fodor in Bd. 1 S. 224 dies. Handb.

Verzeichnis der Abbildungen.

Register

zu den Abhandlungen der Herren Vogel, Gerson und Weyl

Flussverunreinigung,

Klärung der Abwässer, Selbstreinigung der Flüsse.

BEARBEITET

VON

DR. MED. TH. WEYL
IN BERLIN.

(Generalregister zum zweiten Bande.)

HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.
DRITTE LIEFERUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1897.



Herrn A. Dohrn,

dem uneigennützigen Förderer zoologischer, biologischer
und hygienischer Studien
bei Gelegenheit des 25-jährigen Bestehens der zoologischen Station
zu Neapel

in treuem Gedenken überreicht

vom Verfasser.



Inhaltsübersicht.

Einleitung.

Wenn ein Fluß einen unangenehmen Geruch verbreitet, wenn sein Wasser trübe und mit ungehörigen, dem menschlichen Haushalte oder den gewerblichen Betrieben entstammenden Stoffen beladen ist, wenn die Farbe des Wassers zeitweise oder dauernd auffallend gefärbt erscheint, wird schon der Laie einen solchen Fluß als verunreinigt bezeichnen.

Weiterhin haben aber die wissenschaftlichen Untersuchungen ergeben, daß auch ein völlig klares, wohlschmeckendes Wasser in sehr wesentlicher Weise, nämlich durch Krankheitserreger, verunreinigt sein kann. Diese Art der Verunreinigungen kann sich nur dem Kenner enthüllen.

Es soll nun im folgenden versucht werden, festzustellen: 1) wodurch die verschiedenen Arten der Flußverunreinigungen hervorgerufen werden; 2) welche Gefahren die Verunreinigung der Flüsse darbietet, 3) auf welche Art man die Verunreinigung der Flüsse zu verhindern und ihre Reinhaltung zu bewirken sucht.

I. Die Gefahren durch verunreinigtes Flusswasser.

Der Einfluß verunreinigten Flußwassers kann sich äußern: 1) durch Verbreitung von Krankheiten beim Menschen, 2) durch Schädigung der Fischzucht, 3) durch Schädigung des Gewerbebetriebes, 4) durch Schädigung der Landwirtschaft.

1. Verbreitung von Krankheiten.

Die Ueberzeugung, daß durch Wasser Krankheiten übertragen werden können, hat, wie die Zeugnisse der Schriftsteller beweisen, schon in den ältesten Zeiten bestanden und zu jenen denkwürdigen Bauten Veranlassung gegeben, welche keinem anderen Zwecke als der Beschaffung guten Trinkwassers galten.

Als nun im Laufe der Jahrhunderte die naturwissenschaftliche Beobachtung durch neue Methoden sich vertiefte und an Sicherheit gewann, befestigte sich auch allmählich die Beweiskraft der Schlüsse über den Einfluß schlechten Wassers auf die öffentliche Gesundheit.

Während jedoch diese Schlüsse noch im 18. und bis über die Mitte des 19. Jahrhunderts hinaus wesentlich auf geographisch-statistische oder, wie man kurz zu sagen pflegt, auf epidemiologische Beobachtungen sich stützten, setzte die mikroskopisch-bakteriologische Forschung der letzten 20 Jahre an die Stelle der Ueberzeugung den Beweis von der Schädlichkeit bestimmter Wässer für die Gesundheit.

Die steigende und sich beständig mehrende Zahl jener Beweise verdichtete sich endlich zur „Trinkwassertheorie“, als deren Erfinder die Engländer Snow [1] und Budd [2], als deren erleuchtetester Vertreter Robert Koch gelten darf.

Diese Trinkwassertheorie behauptet, daß im Oberflächenwasser und in Brunnen nicht allzu selten die Erreger von Krankheiten nachgewiesen werden können, welche, in den Körper des Menschen oder der Tiere gelangt, Krankheiten erzeugen.

Zugegeben werden muß freilich, daß unsere Kenntnisse noch nicht in allen Fällen zum Nachweis der Krankheitserreger im Wasser ausreichen. Daher bilden namentlich in solchen Fällen, in denen wir die Krankheitserreger noch nicht kennen oder wo die bakteriologischen Methoden uns zur Zeit noch fehlen oder an Sicherheit zu wünschen übrig lassen, die Resultate der epidemiologischen Forschung ein nicht zu vernachlässigendes Unterstützungsmittel für unsere Schlußfolgerungen.

An einer anderen Stelle dieses Handbuches (1. Bd. 611 [Löffler] und 9. Bd. [Weichselbaum]) sind nun die Beweise für die Uebertragbarkeit gewisser Krankheiten durch das Wasser ausführlich erörtert worden.

Aus diesem Grunde mag es genügen, wenn hier unsere Kenntnisse über den Einfluß des Wassers auf die Gesundheit nur durch die nachfolgende Tabelle zur Anschauung gebracht werden.

Krankheit	Erreger	Erreger im Wasser gefunden	Vergl. dieses Handbuch	Uebertragung durch Wasser
a) Invasionskrankheiten.				
Elephantiasis Arabum	Filaria saguinis hominis	?	I. Bd. 612	?
Dracontiasis	Filaria medinensis (Guineawurm)	?	I. Bd. 612	wahrscheinlich
Haematurie	Distoma haematobium (Bilharzia)	?	I. Bd. 614	wahrscheinlich
Haemoptysis	Distoma Ringeri	?	I. Bd. 614	?
Bandwürmer etc.	Bothriocephalus latus Taenia solium und saginata			gelangen durch Fisch, Fleisch etc. in den Menschen
Anchylostomiasis (Anaemie)	Anchylostomum duodenale	ja	8. Bd 343, 345, 347, 407, 916	sicher

Krankheit	Erreger	Erreger im Wasser gefunden	Vergl. dieses Handbuch	Uebertragung durch Wasser
		b) Infektionskrankheiten.		
Gastrointestinalkatarrhe	?	?	I. Bd. 616	wahrscheinlich
Weil'sche Krankheit	Proteus fluorescens	ja	I. Bd. 618	sicher
Wundinfektionskrankheiten	Streptokokken Staphylokokken	ja	I. Bd. 657	wahrscheinlich
Clou de Biskra	Micrococcus Biskra	ja	I. Bd. 658	sicher
Cholera asiatica	Vibrio chol. asiat.	ja	I. Bd. 620	ja
Typhus abdominalis	Bac. typhi	ja	I. Bd. 636	ja
Milzbrand	Bac. anthracis	einmal	I. Bd. 660	wahrscheinlich
Ruhr	?	nein	I. Bd. 651	wahrscheinlich
Kropf	?	nein	I. Bd. 655	?
Malaria	Plasmodium Malariae etc.	nein	I. Bd. 653	?
Fischkrankheiten	Verschiedene	ja	I. Bd. 662	sicher

Aus vorstehender Tabelle ergiebt sich, daß die Uebertragung bestimmter Invasionskrankheiten durch Wasser erfolgen kann. Dieselbe steht fest für einzelne Infektionskrankheiten wie Cholera, Typhus abdominalis, Ruhr und einige andere, weniger wichtige.

Ob eine Erzeugung von Krankheiten auch durch die mit dem Trinkwasser erfolgte Aufnahme von Giftstoffen, den als Ptomaine (Toxine) bezeichneten Stoffwechselprodukten der Bakterien, erfolgt, scheint noch nicht genügend festgestellt. Immerhin ist an diese Möglichkeit zu denken. In seltenen Fällen gelangten auch anorganische Gifte in das Trinkwasser. So enthielt das durch Sandfiltration aus Flußwasser hergestellte Trinkwasser von Stockport (England) Arsen, welches aus den Abwässern der chemischen Fabriken stammte [3].

Indirekte Störungen des Wohlbehagens und der Gesundheit können bei den Anwohnern verunreinigter Flüsse auftreten, wenn letztere nach Ammoniak, Schwefelwasserstoff, schwefliger Säure u. s. w. riechen oder überhaupt faulige Gerüche verbreiten. Dann leidet der Appetit und mit jedem Atemzuge werden der Lunge fremde Stoffe zugeführt [4].

1) **Snow**, *On the mode of communication of Cholera, London* 1855.
2) **Budd**, *Lanzet* 1856, *Typhoid fever, its nature . . . London* 1873
3) **Ferd. Fischer**, *Das Wasser*, 2. *Aufl.* (1891) 138.
4) **C. Fränkel**, *Viertelj. f. ger. Med.* 3. *F.* 13. *Bd.* 1897.

Anhang: Verunreinigte Bäder.

Auf die möglichen Schädigungen der Gesundheit durch öffentliche Bäder, namentlich durch Bassinbäder und auch durch Meerbäder haben A. Baginski [1] und Cassedebat [2] hingewiesen.

Obgleich diese Beobachtungen der Vermehrung dringend bedürfen, ist die sanitätspolizeiliche Maßregel: öffentliche Bäder bei zahlreicheren Erkrankungen an Typhus abdominalis und Cholera zu schließen durchaus berechtigt.

1) **A. Baginski**, *Hyg. Rdsch.* (1896) *No.* 13.
2) **Cassedebat**, *Rev. h'hygiène* (1894) 16. *Bd.* 104.

2. Einfluß auf Fische[1].

Durch eine große Reihe von Beobachtungen ist sichergestellt, daß die Fische — mit Ausnahme weniger Arten, zu denen der Cobitis gehört — in stark verunreinigtem Flußwasser zu Grunde gehen.

So war die Themse in früheren Jahren 10 km oberhalb Barking bis zu ihrer Mündung ungemein fischreich. Seitdem aber die Abwässer von Nord-London bei Barking in die Themse sich ergießen, hat der Fischfang in dieser Gegend aufgehört, weil er keinen Ertrag mehr abwirft. Noch bis zum Jahre 1880 wurden kleine Krebse (Garnelen) 15 km unterhalb Barking gefangen. Jetzt ist dieses nicht mehr der Fall. Auch in Berlin beobachtete man beinahe jedesmal, wenn nach einem starken Wolkenbruch die Notauslässe der Kanalisation geöffnet wurden, ein „großes Fischsterben" in der Spree[2].

Da Wolkenbrüche bisweilen mit Gewittern zusammenfallen, versuchte man letztere für das Fischsterben — natürlich mit Unrecht — verantwortlich zu machen.

Ein durch städtische Abwässer verunreinigtes Flußwasser schädigt also die Fischzucht.

Weigelt[1] hat sich auch durch besondere Versuche überzeugt, daß Saiblinge und Forellen selbst in sehr stark verdünnten Hausabwässern nach kürzerer oder längerer Zeit eingehen. Die in den Abwässern enthaltenen Bakterien können für das Aussterben wohl kaum verantwortlich gemacht werden, weil die Fische schon ganz kurze Zeit nach dem Einlaß der Abwässer in den Fluß sterben, während dieses erst nach längerer Zeit der Fall sein würde, wenn es sich um einen Erfolg bakterieller Thätigkeit handelte.

Vermutlich spielen Ammoniak und dessen Derivate, sowie Schwefelwasserstoff und der geringe Sauerstoffgehalt[2] städtischer Abwässer bei diesem Fischsterben die Hauptrolle.

Aber auch gewerbliche Abwässer wirken fischtötend. Dies ist z. B. von Renk[3] für die Abwässer einer Stärkefabrik, von Kämmerer[4] für das Gaswasser, von Reichardt[5] für die Flachsrotten berichtet worden.

1) **Weigelt**, *Landw. Versuchsstationen* 28. *Bd.* 321; *Arch. f. Hyg* (1885) 3. *Bd.* 70; *Die Schädigung der Fische durch Haus- u. Fabrikabwässer, popul. Vortrag* (1892).
2) **C. Aird**, *D. V. f. öff. Ges.* (1886) 18. *Bd.* 614 *ff.*
3) **Renk**, *Arb. a. d. Kais. Ges.* (1889) 5. *Bd.* 210, 227. — *Nach* **K. B. Lehmann** (*Uffelmann* [*Wehmer*], *Jahrb. f.* 1893, 358) *sind die hundertfach verdünnten Kocherlaugen von Sulfit-Cellulosefabriken für Fische kaum schädlich.*
4) **Kämmerer**, *Ber. üb. d.* 8. *Vers. d. freien Vereinig. bayr. Vertr. d. angew. Chem.* (1889).
5) **Reichardt** *in Eulenburg's Hdb. d. öff. Gesundheitswesens* (1882) 2. *Bd.* 351.

3. Schädigung des Gewerbebetriebes.

Die Schädigung des Gewerbes durch unreines Flußwasser kann sehr verschiedengestaltig sein.

Ein verschlammter Fluß hemmt die Schiffahrt.

Wäschereien brauchen ein wirklich reines Wasser, weil sonst die Wäsche unansehnlich, z. B. gelblich wird.

Dasselbe gilt für die Fabriken feinerer, namentlich photographischer Papiere. Brauereien, welche unreines Wasser benutzen, laufen Gefahr, ein durch Nebengärung ungenießbares Bier zu erzeugen. Auch bei der Bäckerei soll die Gärung abnorm verlaufen können, wenn mit dem Wasser fremde Keime in den Teig gelangen.

4. Schädigung der Landwirtschaft.

Die städtischen Abwässer sind, weil dieselben große Mengen als Dünger verwertbarer Stoffe enthalten, im allgemeinen als der Landwirtschaft nützlich zu bezeichnen.

Nur wo auf die Felder mit den düngenden Stoffen große Mengen schwer assimilierbarer Stoffe, z. B. Kaffeesatz gelangen, oder wo die Menge des mitgeführten Schlammes das Eindringen des Sauerstoffes in den Boden verhindert, werden durch städtische Abwässer schädliche Wirkungen auf den Boden ausgeübt.

Gewerbliche Abwässer können den Ertrag der Wiesen wesentlich herabsetzen, wenn sie z. B. reich an Kochsalz, Chlormagnesium und Chlorkalium sind und namentlich wenn sie direkte Pflanzengifte wie Arsen, Chromsalze und Zinkvitriol enthalten.

Wegen weiterer Einzelheiten muß auf die Handbücher der Düngerlehre verwiesen werden, weil das wichtige Kapitel über die Schädigungen der Landwirtschaft durch verunreinigte Flüsse und Abwässer außerhalb des Rahmens eines Handbuches der Hygiene liegt.

II. Reines und verunreinigtes Flusswasser.

Reines Wasser im Sinne der Chemie, welches nur aus H_2O besteht, wird in der Natur kaum jemals angetroffen. Wer also feststellen will, wann ein Flußwasser als verunreinigt zu gelten hat, wird die reinsten in der Natur vorkommenden Flußwässer, nämlich die Quellwässer, der chemischen und mikroskopischen Untersuchung unterwerfen müssen. Da ferner die Flußverunreinigung zustande kommt durch das Eindringen von Abfällen des menschlichen Haushaltes in die Flüsse, also durch die städtischen und gewerblichen Abwässer, so wird die Untersuchung solcher Quellen, an deren Ufern menschliche Niederlassungen sich nicht befinden, am sichersten über die Zusammensetzung reinen Flußwassers Aufschluß zu geben vermögen.

Derartige Analysen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Dieselbe zeigt, wie sehr die Zusammensetzung der Wässer von der geologischen Beschaffenheit der Schichten abhängig ist, aus welchen dieselben stammen.

Zusammensetzung von Quellwasser nach Sendtner[1].

mg in 1 l

Name	Rückstand	CaO	MgO	Cl	SO_3	SiO_2	Sauerstoff z. Oxyd.	Bemerkungen
1) Gneisformation (Bayerischer Wald).								
Kleine Arberquelle	24.55	1.96	0,76	2,57	2,38	1,60	4,00	Viel Kieselsäure, weil das Gestein 71 bis 74 Proz. SiO_2 enthält
Falkensteiner Brunnen	19,10	1,55	1,25	1,54	1,97	3,30	1,85	
Quelle bei Bodenmais	16,00	1,08	0,45	2,20	1,66	4,56	1,60	
2) Glimmerschieferformation (Bayerischer Wald).								
Seelbrunnen (am Hohenbogen)	38,00	5,07	2,50	3,08	4,90	12,50	1,50	Viel Kalk
Diensthüttenbrunnen	39.50	4,40	1,42	2,70	7,50	9,80	3,00	

Zu demselben Schluß führt die zweite Tabelle, welche die Zusammensetzung aus verschiedenen Schichten stammender Quellwässer nach Reichardt[2] enthält.

Zusammensetzung von Quellen aus verschiedenen Gebirgsformationen nach Reichardt[2].

mg in 1 l

Gebirgsformation	Rückstand	Organ. Substanz	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	Härte
Granit	24,4	15.7	0	3,3	3,9	9,7	2,5	1,27
Granit	70.0	4,0	0	1.2	3.4	30,8	9,1	4.35
Melaphyr	160.0	19.2	0	8,4	17,1	61,6	22.5	9,31
Basalt	150,0	1.8	0	Spur	3,4	31.6	28,0	6,08
Thonsteinporphyr	25,0	8,0	0	0	3.4	5,6	1,8	0,81
Thonschiefer	120,0	0.0	0,5	2.5	24.0	50,4	7,3	6,06
Bunter Sandstein	225,0	13.8	9,8	4,2	8,8	73,0	48,0	13,96
Muschelkalk	325,0	9.0	0,21	3,7	13,7	129 0	129,0	16,95
Derselbe dolomitisch	418,0	5,3	2.3	Spur	34.0	140,0	65.0	23.1
Gipsquelle bei Rudolstadt i/T.	2365,0	Spur	Spur	161.0	1108,3	766,0	122,5	92,75

Somit wird auch verständlich, weshalb die Zusammensetzung eines Flußwassers nicht an allen Stellen seines Laufes die gleiche sein, sondern durch die verschiedenen Zusammensetzungen des Wassers der Nebenflüsse, wenn diese verschiedene Formationen durchströmen, wesentlich beeinflußt wird.

Dies geht z. B. aus den nachfolgenden Zahlen hervor, welche sich auf die Donau, und zwar auf die Strecke zwischen Regensburg und Passau beziehen. Die Donau erhält zwischen diesen Städten die Zuflüsse Regen, Isar, Vils, Inn und Ilz.

Zusammensetzung des Donauwassers und ihrer Nebenflüsse zwischen Regensburg und Passau[3].

mg in 1 l

	Abdampfrückstand	CaO	MgO	Cl	SO_3	SiO_2
Donau oberhalb Regensburg	258,00	84,00	25,57	5.40	12,60	8,00
Regen " "	54,00	7,50	2.70	4,63	4.07	10.20
Donau unterhalb "	100,00	24.80	6,60	5,45	5,66	10,62
Isar bei Deggendorf	206,00	65,52	25,40	2,50	13,70	8,60
Donau oberhalb Vilshofen	255.60	71,75	29,70	4,25	11,40	5,45
Vils bei Vilshofen	223,00	65,60	28,10	4,30	5,90	8,00
Donau oberhalb Passau	112.20	15,00	14,00	3,85	9,00	19,00
Inn vor der Mündung in die Donau	157,70	46,25	13.30	4,50	14,25	7,60
Ilz " " " " " "	43.50	4,60	1,60	3,20	2,00	10,10
Donau unterhalb Passau	144.00	45.00	13,30	5,80	7,50	6,00

„Der Regen entstammt und durchströmt Urgebirge, desgleichen die Ilz. Vom Einfluß des ersteren an, bei Donaustauf, tritt dasselbe hart an das Thal der Donau heran. Anders auf der rechten Seite der Donau, wo diese nur Flüsse aus Kalkboden, die Isar, die Vils und den Inn, aufnimmt“ (Sendtner[3]).

„Verfolgt man die Resultate obiger Analysen, so macht sich bei der Donau unterhalb Regensburg der Einfluß des Regens sofort sehr augenfällig bemerkbar durch beträchtliches Sinken des Kalk-, Magnesia- und Schwefelsäuregehaltes und, damit zusammenhängend, des Abdampfrückstandes überhaupt, wogegen, entsprechend dem höheren Kieselsäuregehalt des Regens, dieser ansteigt. Oberhalb Vilshofen dagegen ist durch die kalkreiche Isar das frühere Verhältnis wieder so ziemlich ausgeglichen. Bei Passau kommt die Donau mit einem wieder etwas verringerten Kalkgehalt an; es hat sich derselbe teils durch Entweichen von Kohlensäure abgeschieden, teils sind aber auch auf der linken Seite zahlreiche kleinere Nebenflüsse aus dem Urgebirge in die Donau geflossen und haben derselben zwar mehr Kieselsäure zugeführt, dagegen infolge ihrer Kalkarmut die Abnahme der Kalkmenge mit verursacht. Die Vils und der Inn, beide zu den kalkreichen Gewässern gehörend, paralysieren andererseits wieder den Einfluß dieser und vor allem der Ilz; daher die letztere unterhalb Passau nicht einen ähnlichen Einfluß auf die Zusammensetzung des Donauwassers ausüben kann, wie der Regen es unterhalb Regensburg thut. Dabei darf nicht übersehen werden, daß mit der chemischen Zusammensetzung der gelösten Stoffe jeweils auch ihre Menge in Betracht kommt, d. h. es muß sowohl die Wassermenge wie auch die chemische Zusammensetzung mitwirken“ (Sendtner[3]).

Für die Frage der Reinheit ist es ferner von Wichtigkeit, die Zusammensetzung derjenigen Quellwässer, welche zur Wasserversorgung dienen, festzusetzen. Dies ist in der folgenden Tabelle geschehen.

Zusammensetzung von Quellwässern, die zur Wasserversorgung benutzt werden, nach F. Fischer[4].

mg in 1 l

	Rückstand	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Ammoniak	Kalk	Magnesia	Härte	Organ. Substanz
Aschersleben	620	—	—	Spur	—	147	39	20	21
Blankenburg	241	17	16	—	—	103	5	11	33
Chemnitz	73	8	10	—	—	8	Spur	1	20
Erfurt	355	16	65	—	—	78	13	10	5
Gotha (Springquelle)	20	1	1	—	—	4	1	0,6	?
Gotha (Carolinquelle)	24	2	2	—	—	3	1	0.4	?
Goslar	23	2	5	—	—	2	Spur	0,4	0
Heilbronn	32	—	11	0	0	168	—	17	2
Klagenfurt	226	—	96	—	—	76	33	12	?
Luzern	?	Spur	Spur	20	—	—	—	6	4
Offenbach (Hainebach)	126	—	—	Spur	0	—	—	—	40
Offenbach (Wildhofbach)	92	—	—	—	0	—	—	—	30
Plauen	?	—	—	—	—	68	—	7	—
Regensburg	240	Spur	Spur	Spur	—	125	Spur	13	—
Salzburg (Geisbergquelle)	222	—	3	—	—	52	34	11	45
Salzburg (Fürstenhofquelle)	86	—	0	Spur	—	40	3	4	4
Ulm	237	Spur	1	Spur	—	125	—	13	4
Wiesbaden	42	4	1	1	—	7	5	1	3

Wie groß aber die Schwankungen in der Zusammensetzung dieser zur Wasserversorgung benutzten Quellwässer sind, ergiebt sich aus folgender Tabelle, welche mit Hilfe der vorhergehenden Tabelle angelegt wurde.

Es schwankte der Gehalt an	zwischen (mg in 1 l)		
Rückstand	620 (Aschersleben)	und	20 (Gotha, Springquelle)
Chlor	Spur (vielfach; z. B. Ulm)	„	17 (Blankenburg)
Schwefelsäure	0 (Salzburg, Fürstenhofquelle)	„	96 (Klagenfurt)
Kalk	2 (Goslar)	„	168 (Heilbronn)
Magnesia	Spur (z. B. Goslar)	„	39 (Aschersleben)
Härte	0,4 (z. B. Goslar)	„	20 (Aschersleben)
Organ. Substanz	0 (Goslar)	„	45 (Salzburg, Geisbergquelle)

Nachdem somit gezeigt ist, daß die an verschiedenen Orten für die Zwecke der Wasserversorgung benutzbaren und benutzten Wässer sich in ihrer Zusammensetzung wesentlich voneinander unterscheiden können, leuchtet es ein, daß es zu Irrtümern führen würde, wollte man durch eine einfache chemische Analyse feststellen, ob ein Wasser verunreinigt ist oder nicht.

Daß die Klarheit eines Wassers dessen Unschädlichkeit nicht verbürgt, ist selbstverständlich. Können doch in dem durchsichtigsten Wasser viele Millionen pathogener Bakterien, z. B. die Erreger der Cholera asiatica, enthalten sein.

Einfach ist die Entscheidung über die Unbrauchbarkeit eines Wassers nur dann, wenn das Wasser durch einen beson-

deren Geruch, eine besondere Farbe auffällt, wenn es stark getrübt ist und wenn in demselben ungehörige Dinge umherschwimmen, wenn in dem Wasser eine große Zahl toter Fische gefunden werden und wenn bei Menschen, welche das verdächtige Wasser tranken, mehrere Fälle derselben Krankheit auftraten.

In den meisten anderen Fällen wird man eine Verunreinigung erst anzunehmen haben, wenn sich nachweisen ließ, daß die durch Analyse ermittelte Zusammensetzung eines Wassers von der Zusammensetzung anderer, aus derselben Gegend und aus derselben Schicht stammender Gewässer abweicht. Ja auch dieser Nachweis wird nicht vollkommen befriedigen. Ganz sicher wird die angenommene Verunreinigung als eine solche erst dann anzusprechen sein, wenn wir nachgewiesen haben, daß die ihrer Qualität oder Quantität nach abweichenden Stoffe durch absichtliche oder unabsichtliche Verunreinigung mit Abfällen des menschlichen Haushaltes*) oder des Gewerbebetriebes in das beanstandete Wasser gelangten.

Die Methoden zur Erkennung einer Flußverunreinigung sind die auch zur Prüfung des Trinkwassers benutzten. Sie wurden in diesem Handbuche 1. Bd. 737 ff. ausführlich gewürdigt.

Aus der dort von Löffler und von Sendtner gegebenen Darstellung geht hervor, daß die örtliche Besichtigung (Lokalinspektion) im Zusammenhange mit der chemischen und mikroskopischen Untersuchung in den meisten Fällen zu einem sicheren Entscheid führt, wenn die genannten Methoden von einem Fachmanne gehandhabt werden.

Die chemische Untersuchung wird den Gehalt des Flußwassers an solchen Stoffen ermitteln, welche dem menschlichen Haushalt entstammen. Hierher gehört die Bestimmung der organischen Substanzen mit Hilfe von Chamäleon und des Stickstoffgehaltes nach der Methode von Kjehldal. Zuweilen wurde auch der Sauerstoffgehalt des Flußwassers ermittelt, weil derselbe abzunehmen pflegt, wenn sich im Flußwasser Fäulnisprozesse vollziehen. In manchen Fällen liefert auch der Chlorgehalt einen brauchbaren Fingerzeig, weil mit dem Harn von dem einzelnen Individuum täglich eine fast konstante Menge Chlornatrium entleert wird.

Weiterhin ist die Bestimmung von Kalk und Magnesia unbedingt erforderlich, weil diese in den menschlichen Effluvien nur in kleiner Menge vorhandenen Stoffe sich benutzen lassen, um den Verdünnungsgrad der menschlichen Fäkalien durch das Flußwasser festzustellen. Diese Erhebungen sind namentlich für die Beurteilung einer etwa eingetretenen Selbstreinigung (s. S. 438) von großer Bedeutung.

Die mikroskopische Untersuchung soll das Vorhandensein geformter, d. h. cellulärer Bestandteile ermitteln, welche einen Rückschluß auf die Verunreinigung des Flusses durch den menschlichen Darminhalt gestatten. Hier wird das Augenmerk auf halbverdaute Muskelfasern, auf Darmepithelien und auf Gemüsereste zu legen sein.

Die bakteriologische Untersuchung bezweckt die Aufsuchung pathogener Keime, namentlich von Cholera und Typhus und

---

*) Die seltenen Fälle von Flufsverunreinigung durch vulkanische Eruptionen können an dieser Stelle aufser acht bleiben.

weiterhin der coliformen (Darm-)Bakterien. Selbstverständlich ist auch die Gesamtmenge der entwickelungsfähigen Keime festzustellen.

Blachstein[5] injizierte Mäusen, Kaninchen und Tauben Seinewasser, das oberhalb, innerhalb und unterhalb von Paris geschöpft war. Während sich das Wasser im Bereich von Paris und noch ein Stück weiter stromabwärts infolge seines Gehaltes an gewissen coliformen Bakterien als pathogen erwies, war dies bei Injektionen mit dem bei St. Cloud geschöpften Seinewasser nicht mehr der Fall. Bei St. Cloud, so schließt Blachstein, ist das Seinewasser infolge von Selbstreinigung wieder als Trinkwasser verwendbar.

Jedenfalls verdient die Methode von Blachstein eine genauere Prüfung und häufigere Anwendung.

1) **Sendtner**, *dies. Hdb.* 1. *Bd.* 753 *ff.*
2) E. **Reichardt**, *Grundlagen zur Beurteilung von Trinkwasser* (1890) 33. *Vergl.* **König**, *Verunreinig. d. Gew.* (1887) 3.
3) **Sendtner**, *dies. Hdb.* 1. *Bd.* 757.
4) F. **Fischer**, *Das Wasser*, 2. *Aufl.* (1891) 16.
5) **Blachstein**, *Ann. de l'Inst. Past.* (1893) 689.

Messung von Flußverunreinigungen.

Um den Grad einer Flußverunreinigung zu bemessen und um Vergleiche zwischen den Verunreinigungen verschiedener Flüsse zu ermöglichen, hat Baumeister[1] eine Formel aufgestellt, in welche eingehen: Q = Wassermenge des Flusses bei Niedrigwasser in cbm per Tag, wenn q = die Wassermenge in cbm per Sekunde, v = mittlere Geschwindigkeit des Stromes in Metern per Sekunde, E = Einwohnerzahl der betreffenden Stadt, c = Verhältnis derjenigen Einwohner, welche ihre Fäkalien in den Fluß entleeren.

Die Formel lautet:

$$\text{Verunreinigungs-Koeffizient} = \frac{Q\ v}{E(1+c)}.$$

Nach dieser Formel wurde nun auf Grund der Volkszählung von 1890 der Flußverunreinigungs-Koeffizient für einige meist deutsche Städte berechnet, welche ihre Fäkalien in den Fluß entleeren.

Stadt	Fluſs	q	v	E	c	Koeffizient
Breslau	Oder	20	0,7	335 000	1.0	1.8
Paris	Seine	45	0,13	2 000 000	0.3	1,9
Cassel	Fulda	12	0 4	72 000	0 8	3,2
Stuttgart	Neckar	13	0 6	140 000	0	4,8
Prag	Moldau	30	1,2	283 000	0,9	5.8
Neiſse	Bielearm	2	0,97	13 000	1,0	6.5
Dresden	Elbe	50	0,5	276 000	0,1	7,1
München	Isar	42	1.05	345 000	0,5	7.4
Frankfurt a. M.	Main	47	0.6	177 000	0,7	8,1
Magdeburg	Elbe	120	0,58	203 000	0,9	15.6
Würzburg	Main	30	0,8	60 000	0,8	19.2
Heidelberg	Neckar	32	0,7	32 000	0	60,5
Budapest	Donau	700	1,0	420 000	1 0	72.0
Basel	Rhein	385	1,08	70 000	0.3	395.0
Mainz	Rhein	500	0,7	72 000	0	420,0
Linz	Donau	520	1.1	40 000	1.0	617.0
Köln[2]	Rhein	783	1,03	250 000	0,9	147.0

Breslau, Paris, Kassel, Frankfurt und Magdeburg reinigen ihre Abwässer vor deren Einlaß in den Fluß. Somit dürfte 5 die niedrigste Grenze sein, welche von dem Koeffizienten erreicht werden muß, damit die Kanalwässer unmittelbar, d. h. ohne vorhergehende Reinigung, in den Fluß geleitet werden dürfen. Baumeister selbst erklärt diese Formel noch für eine vorläufige, welche durch genauere Studien gewiß in wesentlichen Punkten einer Aenderung bedürfen wird.

1) **R. Baumeister**, *Vergleich von Flufsverunreinigungen*, *Dtsch. Ver. f. öff. Ges.*, 24. *Bd.* 467 (1892).
2) *Vgl.* **Steuernagel**, *Ges.-Ing.* (1893) *No.* 15.

Beispiele verunreinigter Flüsse.

Da sich die Eigenschaften verunreinigter Flußwässer am besten aus Beispielen ergeben, sollen im Folgenden solche angeführt werden.

1. Deutsche, österreichische und schweizer Flüsse.

Die Verunreinigung der Spree und Havel bei Berlin hat G. Frank [1] durch eine große Reihe sorgfältiger Versuche festgestellt, in welchen er das Wasser gleichzeitig der chemischen und bakteriologischen Untersuchung unterwarf. Einer seiner Versuche ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Entnahmestelle	Rückstand	Kalk	Ammoniak	Oxydierbarkeit	Chlor	Bakterien
		18. Mai 1896				
Oberbaumbrücke	180	75,2	0,25	22,9	17,8	2 200
Jannowitzbrücke	160	66,9	0,3	21,3	17,8	11 800
Friedrichsbrücke	160	71,0	0,3	22,8	15,9	5 800
Ebertsbrücke	155	71,0	0,4	20,8	16,9	8 200
Marschallbrücke	160	71,0	0,3	21,3	16,9	7 300
Moltkebrücke	170	60,1	0,25	21,0	15,9	13 300
Moabiterbrücke	200	?	0,25	21,0	15,9	11 200
Hafenplatzbrücke	200	79,3	1,0	21,8	17,8	42 100
Lichtensteinbrücke	190	79,3	0,5	21,6	19,3	63 700
Ruhlebener Schleuse	200	54,7	0,5	22,8	21,3	255 000
Spandau	195	83,8	0,5	21,6	19,5	370 000
Pichelsdorf	150	—	0,25	20,8	19,5	250 000
Gatow	200	79,3	Spuren	18,6	19,5	104 000
Cladow	200	60,1	"	19,7	19,5	62 800
Sacrow	190	79,3	"	20,4	16,9	21 200

Zu den Frank'schen Versuchen ist zu bemerken, daß dieselben aus dem Jahre 1886 stammen, also aus einer Zeit, wo die Berliner Kanalisation erst zum Teil beendet war. Heute würde die Untersuchung vielleicht eine geringere Verunreinigung ergeben, obgleich die von der Schiffsbevölkerung ausgehende Flußverunreinigung wegen der Steigerung des Schiffsverkehrs eher zu- als abgenommen haben dürfte.

Die Abnahme der Bakterienzahl außerhalb Berlins führt Frank auf Sedimentierung derselben in dem seeartig erweiterten Flußbecken zurück (Vergl. S. 457.

Der Arbeit [7] von Blasius und Beckurts über die Verunreinigung der Oker sind die folgenden beiden Tabellen entnommen.

Verunreinigung des Okerwassers zwischen Wolfenbüttel und Braunschweig am 21. Juli 1892.

		Zahl der Kolonien in 1 ccm	Entfernung in Kilometern
a	Oberhalb Wolfenbüttel	156	
b	Unterhalb "	247 680	(a—b) 2,78
c	Oberhalb Gr.-Stöckheim	16 870	(b—c) 1,50
d	" Leifferde	2 760	(c—d) 3.50
e	Unterhalb Melverode (nahe oberhalb Braunschweig)	2 270	(d—e) 8,00
f	" Braunschweig	1 306 800	(e—f) 8.00

Welchen Einfluß die Abwässer der Zuckerfabriken auf den Reinlichkeitszustand der Oker ausüben, zeigt die folgende Tabelle. Dieselbe enthält zwei Analysen von Okerwasser, und zwar während der Zuckercampagne sowie außerhalb derselben.

Ockerwasser	Aeufsere Beschaffenheit	In 100 000 Teilen				Keime in 1 ccm
		Ammoniak	Salpetrige Säure	Chlor	Organ Substanz	
Zuckerfabriken arbeiten. (18. Dezember 1890.)	Trübe, nach Rübenabwasser riehend, entwickelt mit H_2SO_4 Schwefelwasserstoff	1,0	0	3,834	33,39	ungefähr 408 240
Zuckerfabriken arbeiten nicht. (2. Juni 1892.)	Klar, geruchlos	0	0	3,6	3.30	ungefähr 1890

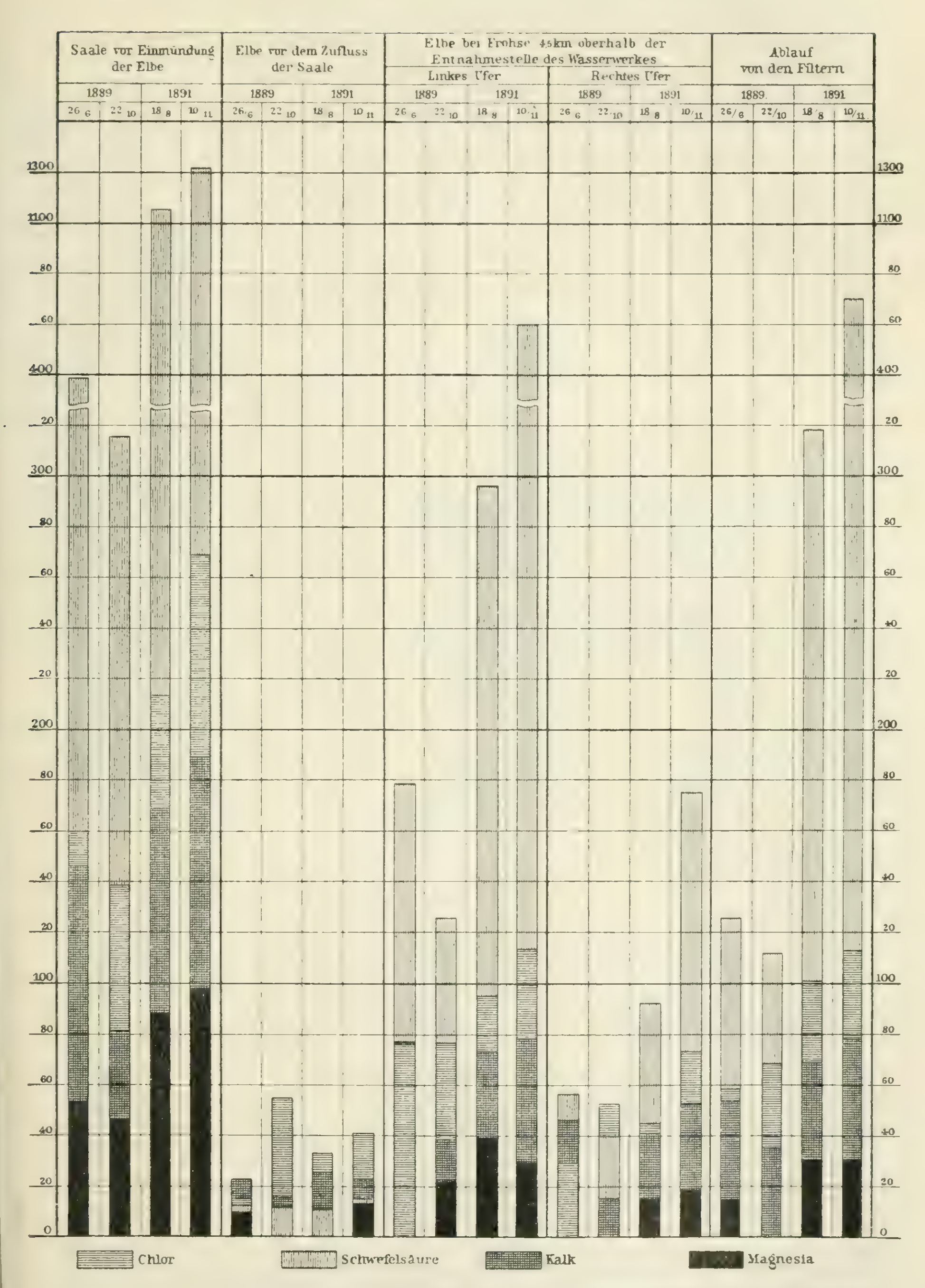
Ein lehrreiches Beispiel der Verunreinigung eines Flusses durch anorganische Bestandteile bietet die Elbe bei Magdeburg dar, welcher durch die Saale aus dem Mansfelder Schlüsselstollen eine sehr große Menge von Kalk und Magnesia, gebunden an Chlor und Schwefelsäure, zugeführt wird.

Diese Verhältnisse veranschaulicht das und von Ohlmüller[2] entworfene auf S. 391 befindliche Diagramm.

Die ungleichmäßige Verteilung der gelösten Bestandteile im Flußwasser ist auch hier (s. S. 462) besonders zu beachten.

Ueber die Verunreinigung von Oder[3], Rhein[4], Isar[5], Main[6], Pegnitz[18], Oker[7], Nebel und Warne[8], Pregel[9] und der kleineren Flüsse Sachsens[10] vergleiche die Arbeiten von Hulva[3], Stutzer und Burri[4], Steuernagel[4], Prausnitz[5], Moser[6], Blasius und Beckurts[7], Dräer[9], Fleck[10] und die Jahresberichte des Landesmedizinal-Kollegiums in Sachsen[10].

Wie stark die Donau durch die Abwässer von Wien verunreinigt wird, ergiebt sich aus den folgenden Tabellen, welche den Untersuchungen von Heider[11] entlehnt sind.



Tafel 1. Verunreinigung von Saale und Elbe durch anorganische Stoffe nach Ohlmüller.

Zunahme der gelösten Stoffe im Wasser des Donaukanals nach Einmündung der Wiener Kanäle nach Heider[11].

mg in 1 l

Datum	24./VI. 1896	8./X. 1891	22./X. 1891	2./III. 1992	25./III. 1892	23./IX. 1892	28./IX. 1892	22./XII. 1892	5./IV. 1893	20. Mai 1893: 8 h früh	12 h mittags	4 h nachmittags	7 h abends
Wasserstand in cm	+40	—93	—105	+56	—15	—10	—13	—48	+45	+85			
Oxydierbarkeit vermehrt um	0,82	5.80	10,92	2,05	5,49	6,78	4,22	12,99	4,91	0,395	1.895	1,78	2,93
Chlor vermehrt um	1,03	2.49	7.19	0,61	2,14	1,77	1,65	3.80	0,22	0,56	1.63	1,56	1,38
Ammoniak vermehrt um	1.3	1,4	4.13	0.235	1,5	2.5	1,1	2.39	0,75	0,35	0.80	0,58	0,58
Gesamtrückstand vermehrt um	3.8	14,8	—	—	—	—	33,6	5,0	5.2	—	—	—	—

Bedenkt man, daß bei einer Geschwindigkeit von 1,7—2,1 m pro Sekunde 84,9—764,6 cbm Wasser durch den Donaukanal abfließen, so läßt sich mit Hilfe der obigen Tabelle die Zusammensetzung des Wassers aus dem Donaukanal und damit die Höhe seiner Verunreinigung leicht berechnen.

Sehr bedeutend ist nach den Untersuchungen von Schlatter[12] die Verunreinigung der Limmat durch die Abwässer der Stadt Zürich, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

am 27. Febr. (1889). Züricher See (Quaibrücke)	Geschwindigkeit 0,55 m p. Sekd.	Bakterien in 1 ccm 100—200	Entfernung von Stadtmühle in km
1) Stadtmühle *)		160	0,00
2) Wipkinger Brücke	linker Schmutzwasserstreifen	2 810	0,04
	mittlerer „	17 370	
	rechter „	35 950	
3) Hard-Mühle		340	0,49
4) Hard-Fähre		440	0,79
5) Höngg		150	2,50
6) Engstringen		250	6,50
7) Dietikon		250	10,50

*) Bei Stadtmühle wird reines Limmatwasser geschöpft.

Die mitgeteilten Zahlen werden im Sinne einer Selbstreinigung der Limmat gedeutet (S. 438, 455).

2. Französische Flüsse.

Die vom Minister der öffentlichen Arbeiten eingesetzte Kommission schildert[17] den Zustand der Seine bei Paris im Jahre 1874 mit folgenden Worten:

„Oberhalb Paris, innerhalb der Stadt, sowie zwischen den Festungswerken und Asnières bietet die Seine einen wenigstens für einmalige, oberflächliche Betrachtung zufriedenstellenden Anblick. Der durch die grofsartige Arbeit der Pariser Kanalisation mit ihren Sammelkanälen bewirkte Fortschritt zeigt sich in deutlichster Art. An einigen Stellen auf beiden Ufern sieht man zwar unreine Wasserzuflüsse aus einzelnen gewerblichen Anlagen, aus den Kanälen der Vorstädte und selbst noch aus denjenigen Pariser Kanälen, welche bislang einen Anschlufs an die Sammelkanäle nicht haben; diese Zuflüsse verlieren sich jedoch sehr rasch in der Masse des Stroms.

In dem ganzen Flusse leben Fische, Pflanzen höherer Ordnung wachsen an den Ufern; das Bett der Seine besteht aus weifsem Sande. Während der Hitze und Trockenheit des letzten Sommers konnte jedermann den verhältnismäfsig zufriedenstellenden Zustand der Seine auf dieser Strecke konstatieren.

Unterhalb der Brücke von Asnières verändert die Sachlage sich plötzlich. Am rechten Seineufer mündet der grofse Sammelkanal von Clichy. Ein beträchtlicher Strom schwärzlichen Wassers ergiefst sich aus diesem Sammelkanal und setzt sich in der Seine in Gestalt einer parabolischen Kurve fort. Diese Strömung hat verschiedene Dimensionen; für gewöhnlich nimmt sie die Hälfte der Flufsbreite ein; bei Gewitterregen tritt sie bis an das linke Ufer. Das Wasser selbst hat ein widerliches Aussehen, es ist mit organischen Resten aller Art, mit Gemüse, Pfropfen, Geweben, Haaren, Kadavern von Haustieren und dergl. bedeckt; gewöhnlich ist es mit einer fettigen Schicht überzogen, welche je nach der Richtung des Windes sich an dem einen oder dem anderen Ufer staut. Ein grauer Schlamm, mit organischen Resten vermischt, häuft sich längs dem rechten Ufer und bildet erhöhte Bänke, welche zu gewissen Zeiten beträchtlich über das Wasser hervorragen und nur durch kostspielige Baggerungen beseitigt werden können. Dieser Schlamm bedeckt das ganze Flufsbett; er ist die stetige Ursache einer mächtigen Gärung, welche durch zahllose Gasblasen, die am Spiegel des Wassers zerspringen, sich bemerklich macht; einen grofsen Teil des Jahres hindurch und besonders während der heifsen Zeit haben die Blasen beträchtliche Dimensionen (Durchmesser von 1 m bis 1,50 m); sie heben den Schlamm mit sich empor, von dem sie sich dann ablösen, und bringen so schwarze Giftstoffe auf die Oberfläche, welche alsdann, offen für jedes Auge, mit der Strömung ihren Weg fortsetzen. Fährt ein Boot des Weges, so erheben sich Schaumwellen, und ein wahres Wallen und Zischen entsteht, welches mehrere Minuten im Kielwasser anhält. Alle diese Erscheinungen traten im Jahre 1870 nur am rechten Ufer des Flusses auf, und die Verunreinigung gab sich in auffälliger Art nur im ersten der drei Arme kund, welche die Seine zwischen den Inseln Vaillard und Robinson bei Clichy bildet. Heute ist schon der zweite Flufsarm völlig infiziert, und das Uebel zeigt sich selbst am rechten Ufer des entferntesten Armes. Kein lebendes Wesen, weder Fisch noch Pflanze, findet man im rechten Arm; im Mittelarm erscheinen nur wenige Fische, sie finden sich erst im linken Arm wieder. An Tagen mit heftigen Gewitterregen, wenn das Kanalwasser die ganze Breite der Seine einnimmt, sterben die Fische selbst an den gewöhnlich von ihnen besuchten Stellen, weil eben die Vergiftung des Flusses zeitweis allgemein ist. Der Mittelarm hat eine gewisse Vegetation untergeordneter Art. Am linken Arm sind die Pflanzen aufserordentlich kräftig und üppig. Jenseits der Inseln von Clichy bis zur Insel Saint-Denis dauert die Störung fort, nur zeigt sie auf der Oberfläche sich etwas weniger auffallend; das Wasser behält einen schwärzlichen Ton; das rechte Ufer ist immer noch mit Schaum und Fett bedeckt; dabei scheint sich die Verunreinigung auf die ganze Breite des Flusses auszudehnen; das linke Ufer ist garniert mit Pflanzenresten, Pfropfen und einer dünnen Schicht grauen Schlammes.

Bei Saint-Ouen beginnt die Insel Saint-Denis; sie erstreckt sich bis zu 2 km von Argenteuil und teilt den Flufs in zwei unter sich sehr verschiedene Arme. Der linke Arm wird von dem weniger getrübten Teile des Flusses gespeist; da er keinen neuen Zuflufs von Schmutzwasser in sich aufnimmt, gewährt er den Anblick einer scheinbar genügenden Reinheit.

Der rechte Arm hingegen, welcher die Strömung des Sammelkanals von Clichy, die ganz besonders dem rechten Flufsufer folgte, unmittelbar erhält, zeigt vor und jenseits Saint-Ouen die schon bei Clichy konstatierten Verunreinigungsmerkmale; sie nehmen jedoch scheinbar an Stärke bis zur Hängebrücke von Saint-Denis ab; ebenso hat der Schlamm, welcher sich auf dem Bette des Flusses gelagert, nach den durch die Seine-Schiffahrts-Ingenieure auf Verlangen der Kommission angestellten Ermittelungen, während er bei Clichy eine Höhe von 2–3 m hat, hier bei Saint-Ouen nur noch 65 cm Stärke. Bei den ersten Häusern von Saint-Denis jedoch veranlassen Fabriken eine erneute Verunreinigung durch eine grofse Menge gewerblicher Abflufswässer; aber dieser Uebelstand hat wenig zu bedeuten, verglichen mit den Nachteilen, welchen die Mündung des Departements-Sammelkanals, einige Meter unterhalb der Hängebrücke, verursacht. Dieser Sammelkanal führt eine durchaus schwarze, stinkende Flüssigkeit von ausgesprochenstem Ammoniakgeruch zu; sie breitet sich über den ganzen Flufsarm aus; Schaumflocken schwimmen auf der ganzen Oberfläche, Gasblasen steigen auf und platzen überall. Dieser Zustand dauert mit ungefähr gleichmäfsiger Stärke bis zum Dorf Epinay; das Flufsbett ist auf dieser ganzen Strecke mit schwarzem, übelriechendem, leimartigem Schlamme bedeckt, in welchem rötliche Würmer, wie sie sich nur in sehr infektem Kloakenwasser finden, reichlich leben; zu Zeiten häuft sich dieser Schlamm an der Mündung des Sammelkanals und mufs durch Baggerung beseitigt werden. Zu beachten ist ferner, dafs der Croult, ein zwischen Saint-Denis und

Epinay mündender Seine-Nebenflufs, eine bedeutende Menge gewerblicher Abflufswässer dem Schmutzwasser des Sammelkanals hinzufügt. Von Epinay bis Argenteuil bessert sich der Zustand dem Anschein nach, besonders unterhalb der Vereinigung beider Arme am Ende der Insel Saint-Denis. Noch ist das Wasser dunkel gefärbt, aber man sieht nur wenig schwimmende Stoffe; der Schlamm ist beinahe verschwunden, Fische erscheinen regelmäfsig. Von Argenteuil bis zum Wehr von Bezons gewährt die Seine einen erträglichen Anblick, aber in Höhe des Wehrs, im linken Arm, der durch die Insel Chiard abgezweigt wird, macht sich wiederum ein sehr ausgesprochener Geruch bemerklich; das Wehr scheint das unreine Wasser auf das linke Ufer hinüberzutreiben. Der schwärzliche Schlamm erscheint wieder in der ganzen Breite des Arms und in einer Höhe von ungefahr 70 cm.

Bald unterhalb nun verschwindet der Geruch; es zeigt sich ein äufserst üppiger Pflanzenwuchs auf beiden Ufern, welcher teilweise selbst den Lauf des Flusses durch ausgedehnte Flächen Wasserkraut beengt. Bei Marly sind die Schleusenwände mit einem schwarzen, stinkenden Ueberzuge bedeckt; die ganze Länge des Wehrs und seiner Anbauten ist mit Schaumblasen besetzt; das Wasser hat noch immer seine geschwärzte Färbung, besonders im rechten Arme, der bei Chatou vorbeifliefst. Unterhalb Marly vereinigen sich die beiden Arme; die dunkle Färbung nimmt schrittweise ab; das Wasser ist jedoch noch trübe und hat selbst noch bei Saint-Germain und bei Maisons-Lafitte einen unangenehmen Geschmack. Darüber hinaus in der Gegend von La Frette und Conflans und besonders nach der Einmündung der Oise bietet die Seine für den Beschauer einen ähnlichen Anblick wie oberhalb der Mündung der Sammelkanäle dar.

Bei Meulan ist jede äufserliche Spur von Verunreinigung verschwunden."

Ueber die Verunreinigung der Seine bei Paris vgl. auch S. 449 im Abschnitt V.

3. Englische Flüsse.

Die englischen Flüsse waren wegen ihrer relativen Kleinheit und wegen des gewerblichen, an ihren Ufern sich abspielenden Lebens, das zum Wasserreichtum der Ströme im umgekehrten Verhältnisse stand, um die Mitte dieses Jahrhunderts in so hohem Grade verunreinigt, daß sich der Staat genötigt sah, diesem Treiben durch strenge Gesetze Einhalt zu thun. Zur Vorbereitung dieser Gesetzentwürfe wurde eine mit den weitesten Vollmachten und Hilfsmitteln ausgestattete Kommission berufen, welche den Titel führte: Commissioners appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers. Ihre Berichte betreffend die Flußverunreinigung und die mit derselben in Zusammenhang stehenden medizinischen Fragen geben ein Vorbild für exakte Untersuchungen, klare Anschauungen und hygienische Gesetzgebungskunst. Jeder, der sich einen Hygieniker nennen will, sollte diese Reports genau studiert haben. (S. Tabelle S. 395).

Die Verunreinigung des Irwell wurde durch 235 Fabriken hervorgerufen, welche auf einer Strecke von ungefähr $7^3/_4$ deutschen Meilen zusammengedrängt, ihre gesamten Abfälle in den Fluß sandten, dazu kamen die Abwässer von Manchester und mehrerer an den Nebenflüssen des genannten Stromes liegender Städte und Fabriken. In den Aire und Calder ergossen sich namentlich die Abwässer von Wollmanufakturen. Für diese Flüsse gilt die folgende Schilderung der Königlichen Kommission [16].

„Mißbräuchlicherweise wirft man in die Wasserläufe Hunderttausende von Tons (1 Ton gleich ca. 20 Ctr. pr.) an Asche und Kohlenresten und Schlacken aus den Feuerungen der Dampfkessel, Eisenwerke und Hausöfen; grosse Massen von zerbrochenem Thongeschirr, abgenutzten Metallgegenständen, von Schutt aus den Ziegeleien und aus alten Gebäuden, von Eisen, von Steinen und Thon aus Steinbrüchen und Erdaushöhlungen schüttet man hinein; der Schmutz der Wege, der Straßenkehricht etc.,

Verunreinigung englischer Flüsse.

mg in 1 l

Name	Rückstand	Organischer Kohlenstoff	Organ. Stickst.	Ammoniak	Stickst. als Nitrat od. Nitrit	Gesamt-Stickstoff	Chlor	Härte (engl.)	Suspendierte Stoffe	Arsen	Temperatur C°	Citate
Irwell nahe der Quelle (Sommer 1869)	78	1,87	0,25	0,04	0,21	0,49	11,5	37,2	0	0	—	Reinigung und Entwässerung
Irwell unterhalb Manchester (Sommer 1869)	558	11,73	3,32	7,40	7,07	16,48	96,30	229,2	54,2	0,22	—	Berlins Anhang I Seite 22 u. 23 (1871)
Mersey-Quelle (Juli 1868)	76,2	2,22	—	0,02	0,21	0,23	0,4	53,2	0	—	—	D.Vjschr. f.öff. Ges. (1872)
Mersey unterhalb Stockport (Juli 1868)	395	12,31	6,01	6,22	0	11,13	—	155,5	?	—	—	4. Bd. 414
Bradford-Beck oberhalb Bradford (Oktober 1869)	440	3,49	0,81	1,05	2,68	4,35	18,7	118,6	Spuren	0	13,8	D. Vjschr. f. öff. Gesdpfl. (1872) 4. Bd. 412
Bradford-Beck unterhalb der Stadt (Oktober 1869)	755	40,24	3,92	12,20	—	13,97	54,5	245,1	520	0,02	30,5	
Senkey-Bach oberhalb St. Helens (Mai 1868)	308	11,74	0,79	0,11	1,23	2,11	31,30	158,9	20,60	0,05	—	D.Vjschr. f.öff. Gesdpfl. (1871) 3. Bd. 286
Senkey-Bach unterhalb St. Helens (Mai 1868)	4072,5	14,43	2,24	3,50	1,01	6,13	1962	?	191,1	?	685,1 freie Salzs.	
Aire-Hauptquelle	157	1,65	0,07	0,01	0,17	0,25	9,9	?	0	0	—	D.Vjschr. f.öff. Ges. (1872) 4. Bd. 414
Aire unterhalb Leeds	375	13,50	1,27	6,11	3,24	9,54	32	?	54	0,1	—	

die erschöpften Farbhölzer und andere festen Stoffe, welche zur Behandlung der Garn- und Wollenwaren erforderlich sind, werden den Flüssen überantwortet; Hunderte von Tierkadavern, Hunden, Katzen, Schweine etc. schwimmen an ihrer Oberfläche umher oder verfaulen an ihren Ufern; sie müssen täglich viele Millionen Gallonen Wasser (11 Gallonen gleich ca. 15 Kubikfuß pr.) abführen, welches mit den Abfällen aus Bergwerken, chemischen Fabriken, Färbereien, Gerbereien, Garn- und Wollwäschereien und Walkereien, mit Schlachthausabgängen und mit den Auswurfstoffen der Städte und Häuser beladen, und dadurch verdorben und vergiftet ist."

In den Bradford-Beck entwässerte Bradford, im Jahre 1870 eine Stadt von 140 000 Einwohnern. Dem amtlichen Berichte ist das Faksimile eines mit dem Wasser des Bradford-Beck beschriebenen Blattes beigefügt. Das Blatt war mit chromsaurem Blei gefärbt. An denjenigen Stellen, an welchen sich die mit dem stinkenden, wohl schwefelwasserstoffhaltigen Abwasser hergestellten Schriftzüge befinden, ist das Blatt braun gefärbt, an den übrigen Stellen blieb die gelbliche Farbe des Chromsalzes erhalten.

Daß die Flüsse aus den chemischen Fabriken direkt giftige Stoffe, wie das Arsen, und zwar in toxischer Dosis, aufnahmen, zeigt obige Tabelle.

4. Amerikanische Flüsse.

Der Schuylkill[13], welcher 1875 den größten Teil von Philadelphia mit Wasser versorgte, zeigte, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, im Laufe von 33 Jahren eine zunehmende Verunreinigung. Besonders reich ist sein Wasser an schwefelsaurem Kalk (Gips) und an Magnesia, welche dem Fluß durch den an seinen Ufern betriebenen Bergbau zugeführt werden. Beide Stoffe erhält der Fluß nicht fertig gebildet, sondern sie entstehen in demselben erst durch doppelte Umsetzung und gleichzeitige Oxydation aus dem Schwefelkies, den der Bergbau liefert, und dem Dolomit, der im oberen Schuylkillthale sich findet.

mg in 1 l

Im Jahre:	1842	1854	1862	1875
Rückstand	75.2	103,8	119.7	138.3
darin organische Stoffe	28,1	34.1	43.5	34,0
schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia	29,9	59,8	64,6	86,2

Besonders genau sind wir — dank der unermüdlichen und nachahmenswerten Thätigkeit des State Board of Health of Massachusetts — über den Zustand der dortigen Flüsse unterrichtet.

Aus den in den zahlreichen Berichten des Gesundheitsamtes niedergelegten Untersuchungen sei die folgende hervorgehoben, welche die Zunahme der Verunreinigungen im Merrimack (ungefähr 41,5° nördl. B. und 71,5° westl. L. v. Greenw.) zwischen Lowell und Lawrence zeigt.

Zunahme der Verunreinigung[14] des Merrimack zwischen Lowell und Lawrence (Mass.).

In 100000 Teilen:

Zunahme im Jahre	Rückstand	Ammoniak frei	Ammoniak Albuminoid	Chlor	Stickstoff als Salpetersäure	Stickstoff als Salpetrige Säure
1887—89	0,23	0,0007	0,0027	0,026	0,0003 *)	0
1890	0,62	0,0016	0.0023	0,028	0,0020 *)	0
1891	0 29	0,0021	0,0023	0,035	0,0030 *)	0
1892	0,48	0,0019	0,0037	0,039	0,0013 *)	0
1893	0,47	0,0031	0 0032	0,035	0,0002	0,0001
1894	0,15	0,0028	0,0032	0,049	0	0
1895	0,52	0,0022	0.0063	0,063	0,0005	0,0001

*) Abnahme.

Ein gutes Beispiel der Verschmutzung eines kleinen Stromes durch städtische und Industrieabwässer bietet der Neponset[15] in Massachusetts dar, welcher sich unterhalb von Boston ins Meer ergießt.

Verschmutzung des Neponset unterhalb Walpole (Mass.).

In 100000 Teilen:

No.	Entnommen 1895	Fester Rückstand	Ammoniak		Chlor	Stickstoff als		Sauerstoffverbrauch	Bakterien in 1 ccm	Entnahmestelle
			frei	Albuminoid		Salpetersäure	Salpetrige Säure			
a	August 23	7,3	0,0008	0,0236	0,45	0,0010	0	0,76	71	oberhalb des Dorfes Walpole
b	„ 23	8,5	0,0010	0,0398	0,78	0	0	1,11	37 500	unterhalb „ „ „
c	„ 23	7,8	0,0012	0,0352	0,60	0,0010	0	0,98	900	oberhalb einer Papierfabrik
d	„ 23	32,2	0,0080	0,0780	2,18	0,0010	0	2,68	57 400	unterhalb „ „
e	„ 23	28,8	0,0040	0,0660	1,81	0	0	3,00	238 000	oberhalb „ „
f	„ 23	191,4	0,0100	0,4200	4,57	0,0015	0	18,60	63 000	unterhalb „ „
g	„ 23	38,5	0,0060	0,0660	3,03	0	0	3,60	470 000	unterhalb „ „
h	„ 23	34,4	0,0060	0,0560	2,81	0,0020	0	3,20	?	oberhalb einer Gerberei
i	„ 23	83,5	1,2000	0,7800	17,16	0,0100	0,0006	5,70	336 000	unterhalb „ „
k	„ 23	52,2	0,3100	0,2640	7,25	0,0050	0	4,00	385 000	unterhalb „ „
l	„ 23	39,6	0,1580	0,2100	6,88	0,0050	0	2,80	660 000	oberhalb einer Tintenfabrik
m	„ 23	35,5	0,0800	0,1360	5,69	0,0030	0	2,40	600 000	unterhalb „ „
n	„ 23	544,0	3,0000	1,2400	174,50	0,0010	0	56,40	3 950 000	beim Auslauf einer Gerberei
o	„ 23	40,3	0,0840	0,1480	7,71	0,0030	0	3,60	515 000	unterhalb „ „
p	„ 29	46,9	0,1480	0,2120	8,32	0,0030	0	5,10	295 000	unterhalb „ „
q	„ 29	35,4	0,1220	0,1560	7,31	0,0020	0	2,60	571 000	oberhalb eines Baches
r	„ 29	10,3	0,0040	0,0360	0,68	0	0	1,14	9 000	in diesem Bache
s	„ 29	11,2	0,0060	0,0560	1,35	0,0020	0	1,26	171 000	unterhalb dieses Baches
t	„ 29	14,2	0,0554	0,0648	1,67	0,0010	0	1,28	33 000	innerhalb der Stadt (t–z)
u	„ 29	13,5	0,0560	0,0608	1,69	0,0010	0,0010	1,18	36 000	
v	„ 29	14,1	0,0634	0,0492	1,79	0	0	1,04	5 000	
w	„ 29	15,5	0,0994	0,0460	2,15	0,0030	0	1,02	7 000	
x	„ 29	8,4	0,0026	0,0344	0,53	0,0080	0	0,76	17 000	
y	„ 29	11,8	0,0298	0,0492	1,09	0,0100	0	0,94	22 000	
z	Septbr. 5	12,0	0,0640	0,0486	1,41	0,0070	0,0002	0,72	11 000	
α	„ 5	10,9	0,0892	0,0466	2,39	0,0070	0,0004	0,90	6 000	oberhalb einer Papierfabrik
β	„ 5	—	0,0916	0,0514	2,40	0,0050	0,0004	0,96	7 000	unterhalb von Gummifabriken
γ	„ 5	20,8	0,0788	0,0540	2,41	0,0090	0,0004	0,98	7 000	unterhalb „ „
δ	„ 5	—	0,0526	0,0434	1,47	0,0070	0,0008	0,82	5 000	oberhalb einer Papierfabrik
ε	„ 5	—	0,0492	0,0404	451,25	0,0130	0,0014	1,12	6 000	unterhalb eines Speichers

Ueber die Verunreinigung der Meere namentlich der Häfen vergl. S. 451.

1) **G. Frank**, *D. Veränd. d. Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlins, Z. f. Hyg.* 3. *Bd.* (1888) 355 *und Hyg. Rdsch.* (1893) 439.
2) **Ohlmüller**, *Arb. Kais. Ges.* 8. *Bd.* (1893) 409; *vergl. auch* **Rubner**, *Hyg. Rdsch.* (1895) 925; **Niedner**, *D. Vjschr. f. öff. Gesdpfl.* 24. *Bd.* (1892) 123.
3) **Hulva**, *Centralbl. f. allgem. Gesdpfl.* 1. *Ergzbd.* 89 (1885).
4) **Steuernagel**, *Gesd.-Ing.* (1893) *No.* 15; **Stutzer** u. **Burri**, *Centralbl. f. allgem. Gesdpfl.* (1893).
5) **Prausnitz**, *Hygien. Tagesfragen* (1890) *Heft* 9.
6) **Moser**, *Inaug.-Diss. Würzburg* 1887; *citiert von* **Prausnitz** *in Hygien. Tagesfragen* (1890) *H.* 9; **Rosenberg**, *A. f. Hyg.* 5. *Bd.* (1886) 446.
7) **Blasius** u. **Beckurts**, *D. Vjsch. f. öff. Gesd.* 27. *Bd.* (1895) 337.
8) **Ohlmüller**, *Arb. Kais. Gesd.* 7. *Bd.* (1891) 260; *vgl. D. V. f. öff. Gesd.* 23. *Bd.* (1891) 607.
9) **Dräer**, *Z. f. Hyg. u. Inf.* 20. *Bd.* (1895) 323.
10) **Fleck**, 12 *u.* 13. *Jahresber. d. K. chem. Centralstelle f. öff. Gesdpfl. zu Dresden*; *Jahresb. d. Mediz.-Colleg. in Sachsen.*
11) **A. Heider**, *Unters. über die Verunreinig. der Donau durch die Abwässer der Stadt Wien*; *Das österreichische Sanitätswesen vom* 3. *Aug.* 1893 (*Beilage zu No.* 31).
12) **Schlatter**, *Z. f. Hyg.* 9. *Bd.*
13) **Baumeister**, *D. Vjsch. f. öff. Gesdpfl.* 8. *Bd.* (1876) 496.
14) 27. *Annual Report of the State Board of Massachusetts* (1896) 398.
15) 27. *Annual Report of the State Board of Massachusetts* (1896) 408; *vergl. die Karte von Massachusetts im* 7 *Annual Report of the State Board of Massachusetts* (1876).

16) *D. Viertelj. f. öff. Gesd.* 4. *Bd.* (1872) 411.
17) *Reinigung und Entwässerung Berlins III. Anhang* (1876) 6.
18) **Kaemmerer**, *Untersuchung des Pegnitzwassers bei Nürnberg. Im magistratlichen Auftrage ausgeführt, Nürnberg ohne Jahr.*

III. Die städtischen Abwässer und ihre Reinigung*).

1. Zusammensetzung städtischer Abwässer.

Die Zusammensetzung städtischer Abwässer ist eine Funktion des in der Stadt gebräuchlichen Reinigungssystems. In Städten mit Tonnen- oder Kübelsystem wird sie eine andere sein als in solchen mit Schwemmkanalisation. Ihre Zusammensetzung ist ferner abhängig davon, ob die gewerblichen Betriebe der Stadt einen größeren oder geringeren Umfang besitzen. In Betracht kommt auch bis zu einem gewissen Grade die Größe der Stadt, weil die Anwesenheit einiger größeren gewerblichen Betriebe in einer kleineren Stadt die Zusammensetzung der Abwässer wesentlich beeinflussen muß, während eine andere Stadt von derselben Einwohnerzahl, aber ohne derartige gewerbliche Betriebe, Abwässer ganz anderer Zusammensetzung produziert.

Vergleichbar sind hiernach eigentlich nur die Abwässer der Großstädte untereinander, dann die der Mittelstädte und endlich der kleineren Städte. Ist eine Stadt der Sitz einer besonderen einigermaßen ausgedehnten Industrie, welche massenhafte Abwässer hervorbringt, z. B. der Färbereien, Bierbrauereien, Zuckerfabriken, so werden die Abwässer einen besonderen Charakter tragen.

Nur über die Zusammensetzung der Abwässer großer Städte sind wir genügend unterrichtet. Eine Anzahl derartiger Analysen ist in der nachfolgenden Tabelle vereinigt. (S. Tabelle S. 399.)

Zu bemerken ist ferner, daß nach den Angaben von L. Grandeau [1] für Roubaire, von Prausnitz [2] für München, von Th. Weyl [3] für Berlin die Abwässer der genannten Städte, ja wohl aller Städte überhaupt, zu den verschiedenen Tages- und Nachtstunden verschiedene Zusammensetzung besitzen.

Ueber Analysen der Abwässer kleinerer und größerer Städte von Massachusetts vergl. die sehr inhaltsreichen Reports des dortigen State Board of Health.

1) **L. Grandeau** *in F. Fischer, Das Wasser.* 2. *Aufl.* 62.
2) **Prausnitz**, *Der Einfluſs der Münchener Kanalisation auf die Isar* (1890), 26 *ff.*
3) **Th. Weyl**, *Dies. Hdbch.* 2. *Bd.* 1. Abt. 150 (*Anmkg.*). *Vergl. auch Hübner, Z. f. Hyg.* 18. *Bd.* (1893) 372.

---

*) Für alle Angaben über Reinigung der Abwässer in englischen und amerikanischen Städten vergleiche — sofern nicht andere Litteraturangaben im Texte gemacht werden — die folgenden Werke:
1) **Corfield** *and* **Parkes**, *Treatment and Utilization of Sewage, Edition* 1887.
2) **Slater**, *Sewage Treatment, Purification and Utilization, London* 1888.
3) **Geo. E. Waring**, *Moderne Methods of Sewage Disposal, New-York and London* 1894.
4) **Rafter** *and* **Baker**, *Sewage Disposal in the United States.*
5) **W. Santo Crimp**, *Sewage Disposal Works, London* 1890.
6) *Massachusetts State Board of Health, Water Supplies and Inland Waters* 1887—1890, 2 *Bd.*

Zusammensetzung des Kanalwassers von Großstädten, welche mit Schwemmkanalisation versehen sind.

	Rückstand mg in 1 l	Ungelöst (Schwebestoffe) mg in 1 l		Gelöst mg in 1 l		Stickstoff mg in 1 l	Litteratur
		anorgan.	organ.	anorgan.	organ.		
Mittel aus 16 engl. Städten mit Wasserklosetts	1169	242	205	722		85	Dies. Hdbch., 2. Bd. 1. Abt. 151.
London Jahresdurchschnitt	1257	354	258	645		80	
London bei Platzregen	2973	1828	514	631		74	
Berlin Jahresdurchschnitt	1425	217	453	506	249	70	
Danzig	1265	216	379	499	171	65	
Breslau	1066	100	257	466	243	94,6*)	*) R. Klopsch nach Ferd. Fischer, Das Wasser, 2. Aufl. S. 120.
Frankfurt a./M. (trockenes Wetter)	1006	76	72	573	285	47	Dies. Hdbch., 2. Bd. 1. Abt. 151.
Frankfurt a./M. (Tauwetter)	1488	797	203	238	250	67	
Zürich	608	36	92	298	182	114(?)	

2. Reinigungsmethoden und hygienische Würdigung derselben.

Die Reinigung der Abwässer wird angestrebt: durch Berieselung (vergl. dieses Hdbch., 2. Bd. 1. Abt. 326); durch freiwilliges Absitzen (Sedimentierung); durch Filter (mechanische Reinigung); durch chemische Zusätze; durch Elektrolyse.

Die Reinigung durch freiwilliges Absitzen und durch Filtration bezeichnet man auch mit dem gemeinsamen Namen der mechanischen Reinigung.

Bisweilen wendet man auch mehrere der oben genannten Verfahren, eines nach dem anderen an. So pflegt man nur die bereits von gröberen Bestandteilen durch Sedimentierung oder durch Siebe befreiten Abwässer zur Berieselung zu verwenden. Auch kann die Berieselung folgen, nachdem Sedimentierung und Klärung durch chemische Stoffe vorangegangen sind. In dieser Weise werden z. B. die Abwässer mancher Zuckerfabriken (S. 432) erfolgreich gereinigt.

Bei einer Würdigung[1] der Reinigungsmethoden für städtische Abwässer sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1) Hygienische.

Diese verlangen, a) daß durch die Reinigung alle fäulnisfähigen Substanzen abgeschieden werden, bevor die Abwässer in ein öffentliches, zu Trinkwasserzwecken benutztes Gewässer gelangen; b) daß alle in den Abwässern enthaltenen Bakterien abgetötet werden, weil sich unter der großen Zahl nicht pathogener Arten auch pathogene befinden können, welche, in das Wasser gelangt, Krankheiten zu verbreiten imstande wären (S. 379). Zwar ist durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt, daß die pathogenen Bak-

terien in Abwässern durch die nicht pathogenen Arten nach einiger Zeit überwuchert werden und zu Grunde gehen. Da aber zu Zeiten von Epidemien Bedingungen vorhanden sein müssen, welche in dem Kampfe zwischen pathogenen und nicht pathogenen Arten ersteren zum Siege verhelfen, ist auch bei Abwesenheit von Epidemien die Abtötung der Krankheitserreger zu fordern. Allerdings würde es genügen, die Krankheitserreger erst beim Auftreten einer Epidemie abzutöten; die Erfahrung lehrt aber, daß Einrichtungen, welche erst im Falle der Not in Thätigkeit treten sollen, leicht ihren Dienst versagen, wenn dieselben nicht regelmäßig sich in Gebrauch befinden.

Dieser Forderung gegenüber macht Wolffhügel[2] geltend, daß man bei Abtötung aller Keime die Selbstreinigung der Flüsse gefährde, an welcher die Thätigkeit der Bakterien einen Anteil haben soll (vergl. S. 456).

Weiterhin wird darauf hingewiesen, daß die Abtötung aller Keime in den städtischen Abwässern, die in den Fluß gelangen, nur dann nötig erscheint, wenn das Flußwasser für Trinkwasserzwecke gebraucht wird.

Eine volle Einigung über die Notwendigkeit, alle Keime in den Abwässern abzutöten, welche in den Fluß gelangen, ist unter den Hygienikern bisher nicht erzielt worden.

c) Daß namentlich auch auf den Verbleib der Klärungsrückstände besondere Rücksicht genommen wird. Der Klärschlamm enthält eine große Menge fäulnisfähiger Stoffe und meistens auch lebender Keime, unter denen sich auch pathogene befinden können. Es ist also dafür zu sorgen, daß der Klärschlamm ohne Gefahren für die öffentliche Gesundheit versendet oder unschädlich gemacht werden kann. Wo die Landwirtschaft nur einen Teil des Klärschlamms zu verwerten imstande ist — und dies ist leider bei größeren Kläranlagen meistens der Fall — sollte derselbe verbrannt oder in unbewohnte Gegenden verbracht werden. Denselben an Flußufern aufzuhäufen scheint unstatthaft, weil der Regen Bestandteile desselben in das Flußwasser spülen und dasselbe verderben könnte.

Die Niederschläge[3] der Klärbecken von Frankfurt a./M. finden keinen Absatz. Von London und Edinburg gilt das Gleiche. Der Edinburger Magistrat hat jüngst 1521 Rundschreiben an die Landwirte verschickt, in denen Angebote für 51900 Tonnen Abfallstoffe und Dünger d. h. für die halbe Jahresmenge eingefordert wurden. Nur 47 Angebote wurden eingereicht, und zwar unter der Bedingung, daß die Stadt sich zur Zahlung der Beförderungskosten, in einigen Fällen sogar noch zur Leistung eines bestimmten Zuschusses für die Tonne an die Abnehmer verpflichten sollte!

Diese Lehre sollte von denjenigen beherzigt werden, welche auch größeren Gemeinden fortgesetzt die Anlage von Kläranstalten anpreisen und ihr Ziel sehr häufig dadurch zu erreichen suchen, daß sie eine nutzbringende Verwertung der Klärrückstände in Aussicht stellen.

Schon aus den oben kurz angegebenen Gründen wird klar, wie dies in diesem Handbuch, 2. Bd. I. Abt näher ausgeführt ist, daß

eine richtig angelegte und geleitete Berieselung die zur Zeit hygienisch beste Beseitigung der städtischen Abwässer darstellt.

2) Pekuniäre.

Die pekuniären Interessen kommen nur insoweit in Betracht, als man von zwei gleichguten Methoden zur Beseitigung der städtischen Abwässer die billigste wählen wird. Niemals sollten pekuniäre Gründe eine zweckentsprechende Beseitigung der Abwässer verhindern; denn durch Förderung der öffentlichen Gesundheit wird Geld gespart.

3) Landwirtschaftliche.

Da die städtischen Abwässer reich an düngenden Stoffen sind wird man, wenn irgend möglich, eine solche Methode zur Beseitigung der städtischen Abwässer wählen, bei welcher deren Dungwert nach Möglichkeit ausgenützt wird. Niemals darf zu gunsten der Landwirtschaft eine hygienisch minderwertige Reinigungsmethode zur Anwendung kommen.

Es ist schließlich mit Nachdruck hervorzuheben, daß es eine allgemein giltige Formel, nach welcher städtische Abwässer zu reinigen sind, nicht giebt.

Bei deren Auswahl entscheidet: die Größe der Stadt, also die Menge der zu bewältigenden Abwässer; ferner die Möglichkeit, die Abwässer ungereinigt oder erst nach vorheriger Reinigung einem Flusse übergeben zu können (vergl. S. 464 ff.); die geologische und geognostische Beschaffenheit des Landes: Rieselfelder sind möglich oder nicht; schließlich landwirtschaftliche Verhältnisse, da festgestellt werden muß, ob die Landwirtschaft ein Interesse an der dauernden Verwertung der Abwässer hat oder nicht.

1) *Vergl. auch* **Gebek**, *Z. f. angew. Chem.* (1893) 91, *der die Bedeutung der in den Abwässern befindlichen Bakterien unterschätzt; ferner:* **Koenig, Gust.**: *Kanalisation kleinerer Städte und Reinigung der Abwässer. Sep.-Abdr. aus L. Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandwerker* (1894).

2) **Wolffhügel**, *V. f. öff. Gesd. 24. Bd.* (1892) 129.

3) *Centralbl. d. Bauverwaltung* (1892) 240.

3. Die einzelnen Reinigungsmethoden.

a) *Reinigung durch Sedimentierung.*

Wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers verlangsamt wird, sinken die vom Wasser mitgerissenen Bestandteile, welche schwerer sind als Wasser, allmählich zu Boden. Man wird also auf eine Klärung der Abwässer ohne Anwendung von Filtern nur rechnen können, wenn die Strömungsgeschwindigkeit der Abwässer in den Kläranlagen geringer ist als die Fallgeschwindigkeit der auszuscheidenden Schlammteilchen. Die Sedimentierung des Wassers nahm man früher meist in flachen Bassins vor, welche bei geringer Tiefe hauptsächlich in der Breitendimension ausgebildet waren. Jetzt bevorzugt man tiefe Absatzbehälter (vergl. das Verfahren von Rothe-Röckner, S. 410). In solche „Klärbrunnen“ gelangt das Wasser durch ein flaches Vorbassin. Hier lagern sich die schwersten Bestandteile ab. Daran schließt sich die eigentliche Absatzgrube. Man führt das Wasser durch ein enges Gerinne an den tiefsten Punkt derselben und läßt es in ihr langsam aufsteigen. Durch eine Grundentleerung, welche mit einer Schlammpumpe versehen sein kann, gewinnt man die

niedergeschlagenen Stoffe, nachdem die geklärte Flüssigkeit abgelassen wurde.

Als besonders wirksam werden die Klärapparate mit Stromteilung nach Patent Dervaux gerühmt.

Wie dieselben wirken, geht aus Fig 1—4 hervor. Das Schmutzwasser steigt von unten her, der Pfeilrichtung folgend, nach *A* auf und verliert seine schwebenden Bestandteile, welche sich im unteren Teile des Trichters aufböschen. Derartige „Trichter" setzt man (Fig. 2 u. 3) mehrere übereinander. Das Schmutzwasser fließt bei *H* ein, steigt dann in den „Trichtern" auf, verliert hier die suspendierten Bestandteile und strömt bei *A* ab. Der angesammelte Schlamm kann, wenn man mittels der Schraube *Z* einen Schieber öffnet, in den Schlammkanal abgelassen werden. Wie diese Trichter in einer Kläranlage, bei welcher Chemikalien benutzt werden, angeordnet sind, zeigt Fig. 4.

Die Trichter *G*, *G* sind in ein Bassin eingebaut. Das Schmutzwasser strömt durch *H* in der Richtung der Pfeile und gelangt dann durch *P*, *P*, *P*, *P* in die Trichter. Vorher aber strömt in das Schmutzwasser die zur Fällung benutzte Kalklösung ein. Letztere ist mittels des in *J* befindlichen Kalkes in dem kleinen Bassin *S* bereitet worden und gelangt mittels *R* nach *H*. *K* ist ein Hahn, welcher *J* mit *S* verbindet, wenn Kalkmilch nach *S* gelangen soll. Das mit Kalk geklärte Schmutzwasser fließt durch *A* in den Kanal *Z*, welcher das geklärte Wasser ableitet. Der Klärschlamm bleibt unterhalb *D* zurück.

Nach W. Hübner[1] ist die einfache Sedimentierung nicht imstande, den Bakteriengehalt des Kanalwassers zu vermindern, eher tritt eine Vermehrung der Keime ein. Die Menge der Sinkstoffe, welche in der Kläranlage der medicinischen Institute und Kliniken zu Halle zurückgehalten werden, kann bis zu 96 Proz. der überhaupt vorhandenen betragen. Dieser Wert verringert sich aber sehr schnell, wenn die Absatzbassins bereits längere Zeit in Benutzung gewesen waren und auf ihrer Sohle eine große Menge von Sinkstoffen sich angehäuft hatte. Es kann dann sogar der Fall eintreten, daß im abfließenden („geklärten") Wasser mehr Sinkstoffe als im ungeklärten Wasser vorhanden sind.

Aber selbst wenn es durch Sedimentierung gelingt, die Abwässer von ihren Schwebestoffen zu befreien, so wird diese Art der Klärung zu hygienischen Bedenken stets Veranlassung geben müssen. Außer dem starken Geruch (vergl. die S. 412 geschilderten Vorteile der Klärtürme), welchen derartige Anlagen, namentlich im Sommer verbreiten, bietet die unschädliche Beseitigung des keimreichen Sedimentes, namentlich zur Zeit von Epidemien, Schädlichkeiten und Gefahren dar.

Eine Befreiung der Abwässer von allen suspendierten Substanzen ist vor Einlauf der Abwässer in die Flüsse durchaus notwendig, weil anderenfalls Verschlammung der Flüsse eintritt, welche im Interesse der Gesundheitspflege und der Schiffahrt gleichmäßig vermieden werden muß.

1) **W. Hübner**, *A. f. Hyg.* (1893) 18. *Bd.* 372.

b) ***Reinigung durch Filtration.***

Bei der Reinigung der Abwässer durch Filtration kann man unterscheiden: 1) Abscheidung der groben Schwebestoffe

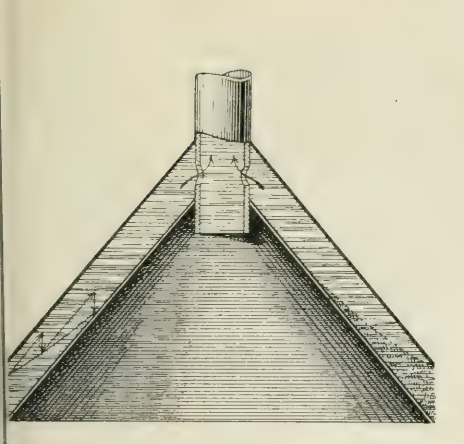


Fig. 1. Stromelement (Trichter) nach Patent Dervaux.

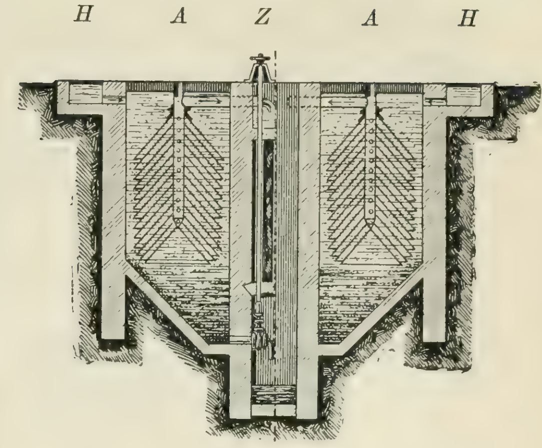


Fig. 2. Kläranlage mit Stromteilung nach Patent Dervaux. Längsschnitt durch den Schlammkanal.

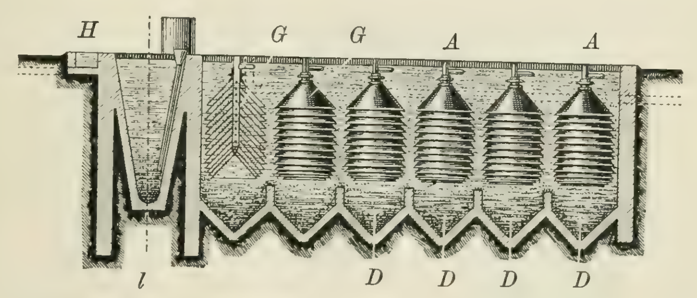


Fig. 3. Kläranlage mit Stromteilung nach Patent Dervaux. Längsschnitt.

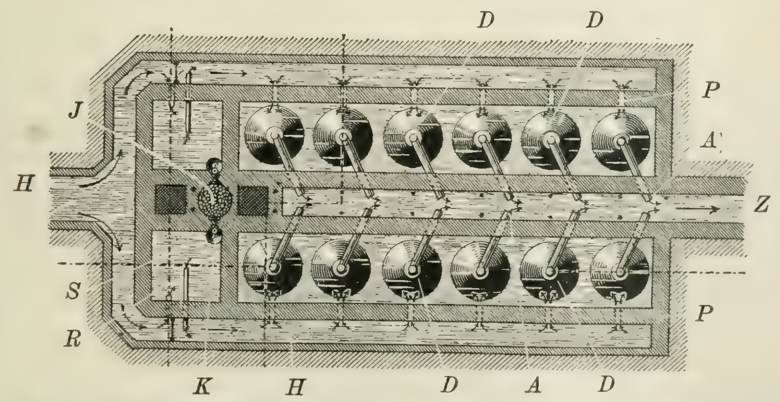


Fig. 4. Kläranlage mit Stromteilung nach Patent Dervaux. Grundrifs.

durch Gitter oder Siebe, 2) Anwendung wirklicher Filter.

1) Die Anwendung grobmaschiger Gitter und Siebe (Rechen) findet vielfache Anwendung z. B. in den Sandfängen (Pumpstationen) kanalisierter Städte. Derartige Apparate halten zurück: Wäsche- und Kleidungsstücke, Obst, Papier u. dergl. Am besten beseitigt man den abfiltrierten Rückstand durch Verbrennung. Dies geschieht z. B. in Barking, wo die Abwässer eines großen Teiles von London zusammenströmen, mit 10000 Tons Sielschlamm [1]. Seitdem dort die Verbrennung mittels Hofmann'scher Ringöfen eingerichtet wurde, ist das Flußwasser wieder so rein, daß in demselben wieder Fische leben können (?) [2].

Für kleinere Betriebe, deren Abwässer leicht filtrieren, wendet man bisweilen die Filterpresse mit gutem Erfolge an. (S. u. Fig. 5.)

Figur 5 zeigt die Klärung des Abwassers mit Hilfe der Filterpresse *F*. In dieselbe wird das Abwasser aus dem Sammelbehälter *S* mit Hilfe der

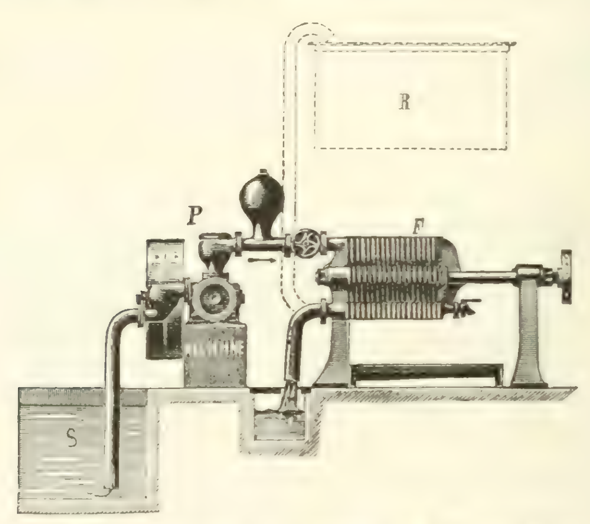


Fig. 5. Reinigung der Abwässer mit Hilfe der Filterpresse nach A. L. G. Dehne in Halle.

Pumpe *P* gesaugt. Das filtrierte Wasser fließt in den Abwässerkanal oder wird in den Kasten *R* befördert, von wo es wiederum in den Betrieb gelangt. Die Filterpressen müssen je nach Bedarf häufiger oder seltener gereinigt werden.

Bisweilen benutzt man zur Reinigung sogenannte Schwemmfilter (Fig. 6, S. 405). Das Abwasser gelangt aus dem Kasten *H* in das Schwemmfilter *F*, einen Apparat, der im wesentlichen aus durch Drahtnetze abgeschlossenen Zellen besteht. Diese Zellen füllt man aus dem Mischgefäß *M* mit den in Wasser aufgeschwemmten Cellulose- oder Asbestfasern. Die Fasern legen sich über die Metallnetze und dienen als Filter. Das in *H* befindliche Abwasser wird durch die Schwemmfilter gereinigt und gelangt in den Behälter *R*, um von hier entweder in die Siele oder nochmals in den Betrieb geführt zu werden. Die Schwemmfilter lassen

sich durch Abspritzen mit dem Schlauch leicht reinigen. Die Reinigungsmasse wird hierbei zurückgewonnen und ist von neuem benutzbar.

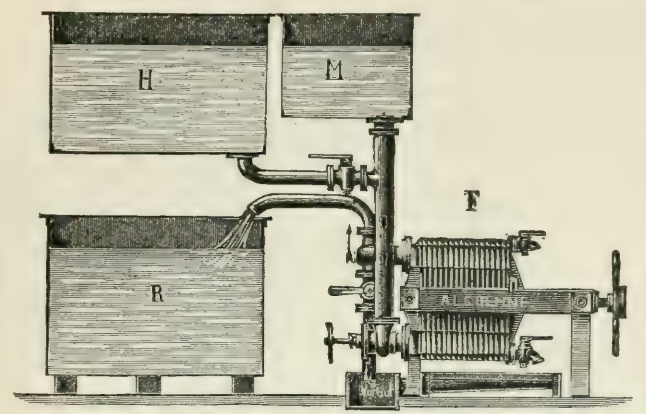


Fig. 6. Schwemmfilter nach A. L. G. Dehne in Halle.

In manchen technischen Betrieben, wie in Zuckerfabriken, Papierfabriken und Färbereien finden Gitter und Siebe, denen man besondere, durch die Natur des Betriebes gebotene Formen und Anordnungen gegeben hat, bei Reinigung der Abwässer häufige Anwendung.

Die Reinigung durch Sedimentierung und durch Filtration bezeichnet man auch mit dem gemeinsamen Namen der mechanischen Reinigung.

Diese ist dringend geboten, weil sie der Verschlammung der Flüsse entgegentritt.

Letztere ist aus gewerblichen und aus hygienischen Gründen zu bekämpfen: aus gewerblichen, weil ein verschlammter und mit „Bänken“ versehener Fluß den Verkehr behindert; aus hygienischen, weil die Ablagerungsstätten städtischer und gewerblicher Abfälle in Flüssen Fäulnisherde werden und die Ausbreitung von Krankheiten begünstigen können.

2) Die Reinigung der Abwässer durch wirkliche Filter hat bisher, wie es scheint, nur selten zu befriedigenden Resultaten geführt, mag man nun Filter aus Erde, Sand oder Torf anwenden*).

Torf.

G. Frank[3] schlägt vor, Torf, welcher durch Zerreiben unter Wasser von Luft befreit ist, zur Filtration städtischer Abwässer zu benutzen.

Der Torf findet auch in der von Pagliani angegebenen Sammelgrube für Fäkalien Anwendung (vergl. dies. Hdbch., 2 Bd., 1. Abt. S. 59).

Ueber Torfklosetts s. dies. Hdbch. 2. Bd., 1. Abtlg, S. 102, über das Schwartzkopf'sche Klärverfahren, bei welchem gleichfalls Torf benutzt wird, S. 414.

*) Siehe auch das Ferrozone-Polarite-Verfahren (S. 415), bei welchem weniger mechanische (filtrierende) als chemische (oxydierende) Einflüsse wirksam zu sein scheinen.

Ueber Rieselfelder, die vollkommenste Art der Filtration für Abwässer, vergl. in dies. Hdbch. 2. Bd. 1. Abtg. S. 326.

1) *Geshd. Ing.* (1893) *No.* 21.
2) *Vergl. Centbl. d. Bauverwaltung* (1892) *No.* 52.
3) **G. Frank**, *Hyg. Rdsch.* (1896) *No.* 8; *Ges.-Ing.* (1896) *No.* 21 *u.* 22.

c) *Chemische Reinigung.*

Die chemische Reinigung tritt überall da in ihr Recht, wo die feinen, schwebenden Bestandteile der Abwässer sich durch Filtration oder Absetzen nicht beseitigen lassen, oder wo die Beseitigung der gelösten organischen Bestandteile und der Bakterien erwünscht ist.

Eine kleinere und eine größere Kläranlage mit chemischer Ausfällung ist in den Figuren 7 und 8 abgebildet.

Kleinere Anlage (Fig. 7). Das zu klärende Abwasser wird aus dem Sammelbrunnen *S* durch die Pumpe *P* in das Fällgefäß *G* gehoben. In dasselbe münden die in dem Gefäß *R* befindlichen, zur

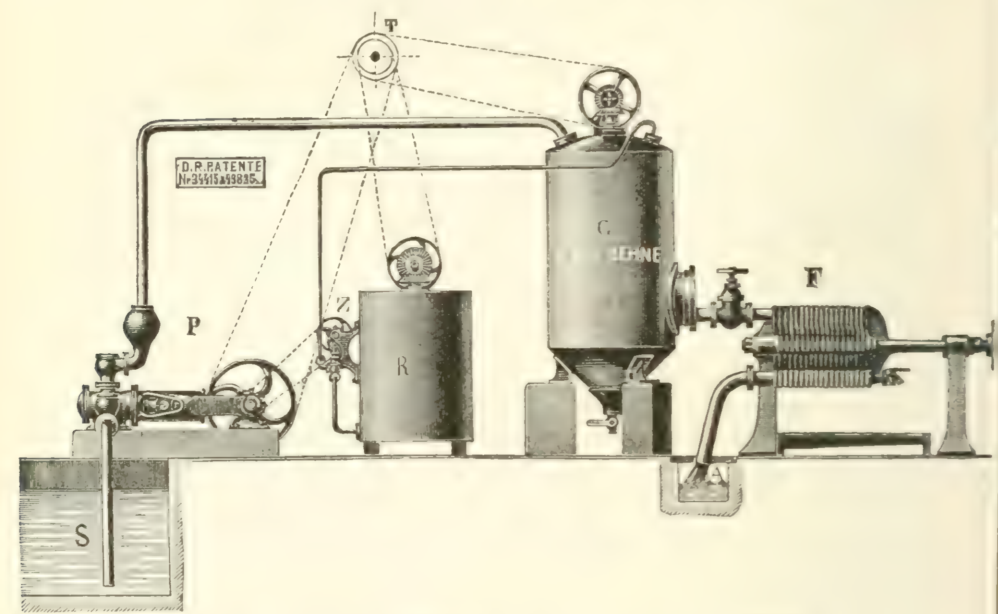


Fig. 7. Kleinere Kläranlage nach A. L. G. Dehne in Halle.

Klärung benutzten Chemikalien. Sie werden durch einen im Innern von *G* angeordneten Rührer mit dem Abwasser gemischt. Der Niederschlag setzt sich zu Boden und kann durch einen am Boden von *G* angebrachten Hahn entleert werden, oder die mit Chemikalien behandelten Abwässer werden in der Filterpresse *F* (siehe S. 408) von dem Klärschlamm befreit und fließen nach der Filtration ab. *T* ist eine Welle, durch deren Drehung die Pumpe *P*, das Chemikaliengefäß *R*, das Mischgefäß *G* in Thätigkeit gesetzt werden.

Größere Anlage (Fig. 8, S. 407). Ist die Menge des Klärschlamms zu groß, so würden zu dessen Zurückhaltung sehr zahlreiche Filterpressen dienen müssen. Um dieser Verteuerung des Betriebes zu entgehen, legt man Klärbecken an. Eine derartige Anlage, welche Fig. 13 zeigt,

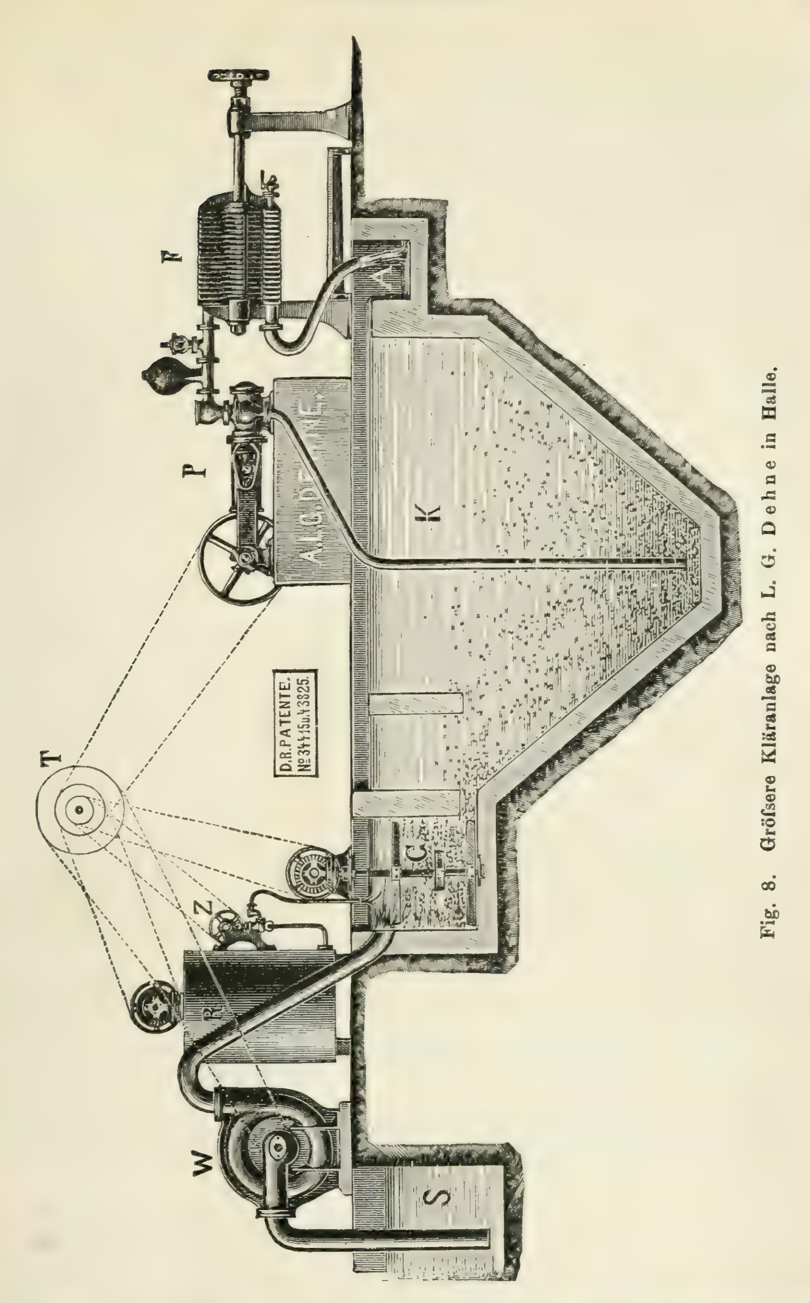


Fig. 8. Größere Kläranlage nach L. G. Dehne in Halle.

funktioniert in folgender Weise. Die in *S* befindlichen Abwässer werden durch das Schöpfwerk *W* in das offene, mit einem Rührer versehene Fällgefäß *G* gebracht. In dieses münden die im Gefäße *R* befindlichen, durch einen Rührer gemischten Chemikalien, welche die Klärung besorgen sollen. Das mit Chemikalien behandelte Abwasser fließt durch eigenes Gefälle zugleich mit dem Niederschlag in das Klärbecken *K*, aus welchem die Pumpe *P* den Schlamm auf die Filterpresse *F* hebt. Das Filtrat ge-

langt in das Abflußsiel. *Z* ist ein Apparat, der die Menge der nach *G* fließenden Chemikalien abzustufen gestattet. Die Welle *7* setzt das ganze Klärsystem in Thätigkeit.

Den Klärschlamm bringt man z. B. in den englischen Städten Chiswick und Wimbledon in Filterpressen[7]. Hierbei erhält man aus 5 Tons feuchten Klärschlamm, welche einer Zahl von ungefähr 3250 Einwohnern entsprechen, ein Ton (à 1100 Kg.) trockenen Schlamm. Letzterer läßt sich für landwirtschaftliche Zwecke gewinnbringend verwerten, da er leichter versendbar als der feuchte Schlamm ist.

1) Lüftung der Abwässer.

Dieselbe wird von Wallace[1], Storer[1], Lauth[1] und König[1] zur Reinigung der Abwässer empfohlen, von Schreib[2] und Renk[3] als unbrauchbar verworfen. Meine eigenen, bisher nicht veröffentlichten Versuche, die ich mit dem im wesentlichen aus Klosettwässern bestehenden Abwasser der Technischen Hochschule zu Charlottenburg anstellte, bestätigen Schreib's Beobachtungen. Durch die Lüftung können höchstens flüchtige Bestandteile, wie Ammoniak und Schwefelwasserstoff, ausgetrieben, letztere auch — wenigstens zum Teil — oxydiert werden. Dagegen tritt eine wesentliche Verminderung der organischen, also fäulnisfähigen Stoffe, auf welche es aber hauptsächlich ankommt, nicht ein. Hiervon hat sich auch Emich[4] überzeugt. Es scheint allerdings, als wenn in den gelüfteten Abwässern üble Gerüche nicht oder erst nach langem Stehen auftreten. Dieser Vorgang kann wohl darauf zurückgeführt werden, daß durch die Lüftung die Thätigkeit gestank-erzeugender Mikroorganismen, unter denen sich manche absolute und fakultative Anaëroben befinden, gehemmt wird.

Die Lüftung der Abwässer scheint sich im Großen bisher nirgends bewährt zu haben.

Vielleicht gehört hierher auch das System von Scott-Moncrieff[5]. Dasselbe besteht darin, daß man die Abwässer aufwärts durch ein aus Kies und Koke bestehendes Filterbett leitet und hinreichende Lüftung gestattet, um das Wachstum von aëroben Mikroorganismen zu begünstigen, die, wenn sie in genügender Menge vorhanden sind, eine schnelle Oxydation der organischen Stoffe bewirken, sodaß ein unschädliches Wasser erhalten wird. Das Filter, welches nur wenig Raum einnimmt, war ununterbrochen 5 Monate in Benutzung. Ein altes, an Mikroben reiches Filter arbeitet besser als ein neues. Eine Anlage zur Behandlung der Abwässer eines Teiles der Stadt Hatfield nach diesem Verfahren ist bereits errichtet. Neue Filterbetten können inokuliert werden mit Material aus einem Filter, das bereits einige Zeit in Betrieb steht.

Viel[6] aussichtsvoller scheint diejenige Form der Lüftung, bei welcher man in ein grobporiges Kies- oder Koksfilter während der Filtration dauernd einen großen Ueberschuß von Luft einpresst.

1) **König**, *Ver. d. Gew.*, 60.
2) **Schreib**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 607. *Original: Chem.-Ztg.* 15. *Bd.* 669.
3) **Renk**, *Arb. d. Kais. Ges.-Amts* (1889) 5. *Bd.* 243. *Hier ist von den Abwässern einer Stärkefabrik die Rede, bei deren Reinigung niedrige, nur mannshohe Gradierwerke zu Lüftung dienen.*
4) **Emich**, *Monatshefte f. Chem.* (1885) 6. *Bd.* 77.

5) *Chem.-Ztg.* (1892) *No.* 87.
6) **Geo E. Waring, Jr.**, *Modern Methods of Sewage Disposal . . . S.* 141 *ff.*, 198 *Anmkg. London und New York* 1894.
7) *Vergl.* **W. Santo Crimp**, *Sewage Disposal Works S.* 85 (1890).

2) Behandlung mit Schornsteinluft.

Die Schornsteinluft enthält außer Sauerstoff (siehe Lüftung der Abwässer S. 408) und Stickstoff wesentlich Kohlensäure. Die Behandlung der Abwässer mit Schornsteinluft wird namentlich in Betracht kommen, wo die Abwässer mit Kalk geklärt wurden. Durch die Kohlensäure der Schornsteinluft wird der Aetzkalk in kohlensauren Kalk übergeführt. Dieser reißt bei seiner Entstehung organische Substanzen mit sich und bewirkt daher einerseits eine vermehrte Ausfällung der organischen Substanzen, andererseits hebt er den lösenden Einfluß des überflüssig zugesetzten Kalkes auf organische Substanzen auf (s. u.).

Inwieweit die Feuerungen beeinflußt werden, wenn man die Schornsteinluft nicht frei ausströmen, sondern den Ueberdruck der vorgelegten Abwässer überwinden läßt, scheint noch nicht festgestellt zu sein[1].

1) **König**, *Ver. d. Gew.*, 59.

3) Schwefelsäure.

Laboratoriumsversuche über die durch Schwefelsäure sterilisierten städtischen Abwässer, denen Cholerakulturen zugesetzt waren, stellte Ivánoff[1] an.

1) **Ivánoff**, *Ztschr. f. Hyg. u. Inf.* (1895) 15. *Bd.* 86.

4) Kalkmethoden.

Der Kalk ist seit langer Zeit, und zwar schon vor Beginn der bakteriologischen Epoche zur Reinigung der Abwässer benutzt worden.

α) Klärung mit Kalk allein.

Aus den Laboratoriumsversuchen von Pfuhl[1] ergiebt sich, daß Typhus- und Cholerabakterien in städtischen Kanalwässern abstarben, wenn 1 pro mille trockenes Kalkhydrat $1^1/_2$ Stunden oder $1^1/_2$ pro mille Kalkhydrat 1 Stunde unter fortwährendem Umrühren auf dieselben einwirkte[1].

Wiesbaden[2] klärt seine gesamten Abwässer seit dem Jahre 1886 allein mit Kalk ohne jeden weiteren Zusatz von Chemikalien.

Hervorgehoben wird, daß zur Klärung nur frischer, also von Kohlensäure möglichst freier Kalk benutzt wird.

Nach G. Frank[3] ist die Desinfektion der Abwässer durch das in Wiesbaden eingeschlagene Reinigungsverfahren eine sehr unvollkommene. Auch sind mannigfache Klagen gegen dasselbe erhoben worden, die namentlich von den Anwohnern des Mühlbaches ausgehen, in welchen die geklärten Abwässer geleitet werden[7].

In englischen Städten scheint man in neuerer Zeit die Klärung mit Kalk allein verlassen zu wollen.

Ein zu großer Ueberschuß von Kalk ist zu vermeiden, weil er lösend auf die auszufällenden Stoffe

wirkt[4]. Nach H. Schreib[4] ist dieses nur für die organischen unlöslichen Stoffe der Fall.

W. Bruch (D. R.-P. 79496) versetzt die städtischen Abwässer mit Kalk und kalciniert die entstandenen Niederschläge bei möglichst niederer Temperatur. Die hierbei erhaltene Asche wird den städtischen Abwässern beigemischt und soll eine sehr vollständige Klärung derselben bewirken. Werden die auf die angegebene Weise vorbehandelten Abwässer darauf mit einem Ueberschuß von Kalkmilch versetzt, so giebt der erhaltene Niederschlag beim Glühen große Mengen von Ammoniak. Der Glührückstand wird wiederum zur Vorklärung neuer Abwässer benutzt[5].

Laboratoriumsversuche über die Reinigung der Abwässer der Pumpstation V in Berlin mittels Kalk ohne und nach vorhergehender freiwilliger Sedimentierung stellte G. Grether[6] an.

1) **Pfuhl**, *Ztschr. f. Hyg.* (1892) 12. *Bd.* 509.
2) **Winter**, *Dtsch. Vjschr. f. öff. Ges.* (1889) 21. *Bd.* 87 *ff.*
3) **G. Frank**, *Bem. üb. Systeme, städt. Abwässer zu klären u. s. w. Hyg. Rdsch.* (1896) 348. (*Verf. benutzt luftfreien Torf.*)
4) **König**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 566 [*Ref.*]. **Schreib**, *Ztschr. f. angew. Chem.* (1894) 233.
5) *Ztschr. f. angew. Chem.* (1895) 153.
6) **G. Grether**, *Arch. f. Hyg.* (1896) 27. *Bd.* 189.
7) *Vergl. das Gutachten betr. die Verunreinigung des Mühlgrabens von* **C. Fraenkel**, *Vjschr. f. ger. Med.* 3. *Folg.* 13. *Bd.* 2. *Heft.*

β) Kalk mit Zusätzen.

1. Bei dem Verfahren von Rothe-Röckner[1] wird sowohl Klärung durch Chemikalien als Sedimentierung, und zwar mittels eigentümlicher Vorrichtungen angewandt.

Die Abwässer sammeln sich in einer gemauerten Grube, dem Heberbrunnen, und gelangen von hier aus durch Heberwirkung in den Tiefbrunnen, welcher die Abwässer zeitweise zu magazinieren bestimmt ist. Aus dem Tiefbrunnen fließen die Abwässer durch den Mischkanal in den eigentlichen Klärbrunnen. Im Mischkanal werden die Abwässer mit den zur Klärung benutzten Chemikalien gemischt. Hierbei bildet sich ein voluminöser Niederschlag, welcher sich schnell zu Boden setzt.

In den Klärbrunnen taucht der in den älteren Anlagen schräge, in den neueren gerade Turm ein (Fig. 9, S. 411). Wenn in diesem Turm mit Hilfe einer Luftpumpe ein luftverdünnter Raum hergestellt wird, so steigen die Abwässer in demselben empor, und zwar wird die klare Flüssigkeit schneller emporgehoben als der flockige Niederschlag. Das Absetzen des letzteren wird noch dadurch beschleunigt, daß die innere Oberfläche des Turmes durch eine Anzahl vorspringender, aus Eisenblech hergestellter Leisten vergrößert ist, welche dem flockigen Niederschlage eine bequeme Absatzfläche darbieten. Aus einem am oberen Ende des Turmes angebrachten Ansatz verläßt die geklärte Flüssigkeit den Apparat, um dem Flusse zuzufließen.

Als chemische Klärungsmittel dienen meistens Kalk und Thonerdesulfat, doch können mit gleichem Erfolge auch andere Klärungsmittel benutzt werden.

Das Urbild des nach Rothe-Röckner genannten Ver-

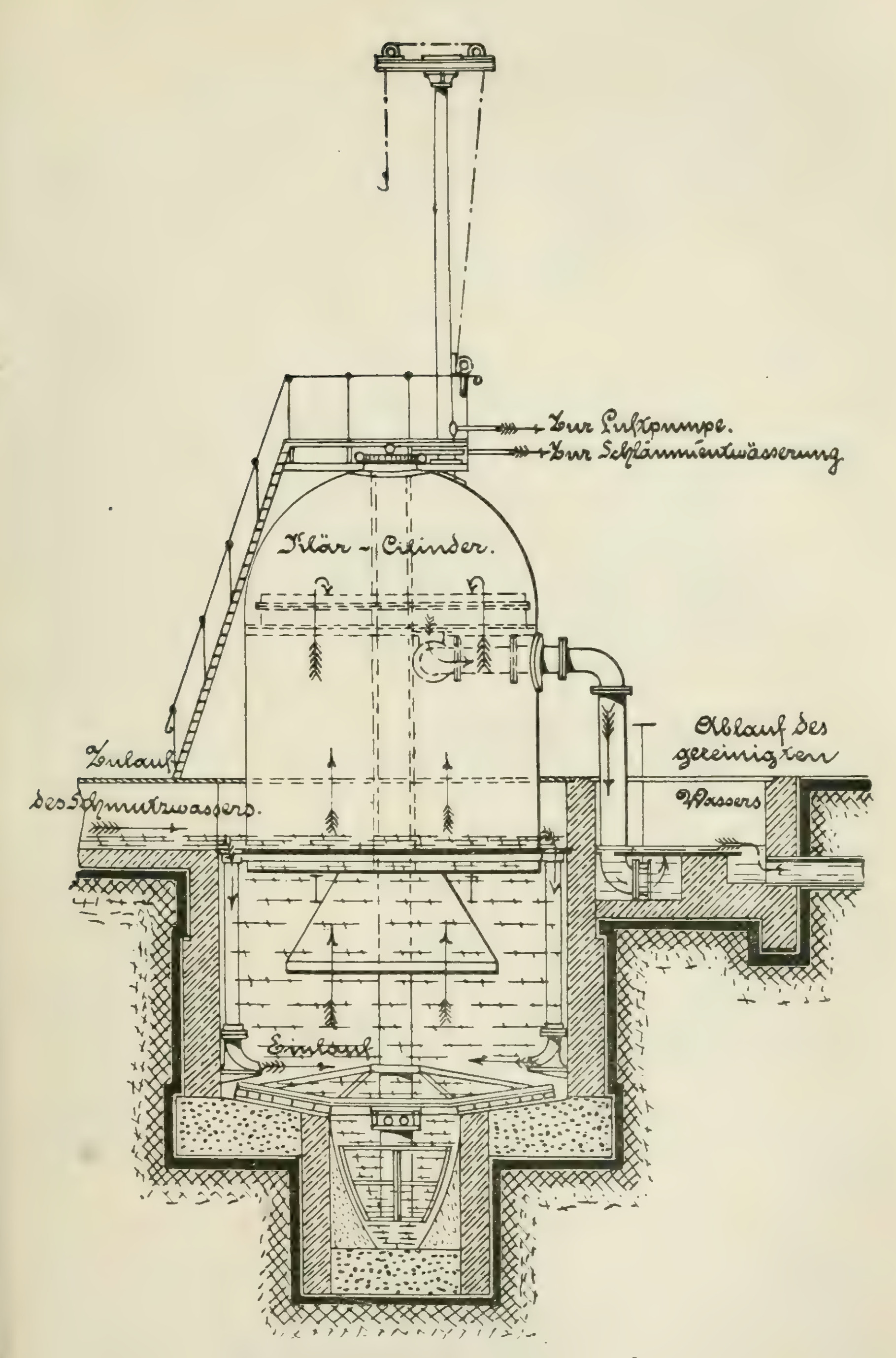


Fig. 9. Kläranlage nach **Rothe-Roeckner**.

fahrens scheint übrigens in der Klärmethode von Gaillet und Hüet vorzuliegen[3]).

Die Leistungen der Methode sind verschieden, je nachdem es sich um die Klärung von städtischen Abwässern mit Ausschluß oder mit Einschluß der Klosetwässer handelt.

Ersteres ist der Fall in Essen und Dortmund, letzteres in Potsdam.

In Potsdam bewirkte das Rothe-Röckner'sche Verfahren hinsichtlich der **gelösten** Stoffe eine Abnahme

des Abdampfrückstandes	um	19	Proz.
des Glühverlustes	„	46	„
der Oxydierbarkeit	„	44	„
des Gesamt-Stickstoffes	„	36	„

Dagegen vermehrten sich die flüchtigen stickstoffhaltigen Stoffe — im wesentlichen aus Ammoniak bestehend — um ca. 30 Proz.

Die Beseitigung der fäulnisfähigen (organischen) Substanzen durch das angewandte Reinigungsverfahren war, wie die angeführten Zahlen zeigen, eine unvollkommene. Ebenso ungenügend war die Desinfektion. Diese wird erst erreicht, wenn statt des Zusatzes von 600 mg Kalk pro 1 l Jauche die fünffache Menge von Kalk zugeführt wird, als dies bisher geschehen war. Der Schlamm aus dem Klärbrunnen enthielt gleichfalls viele lebende Keime. Dagegen war die Klärung, d. h. die Befreiung der Jauche von allen schwebenden Stoffen, eine vollständige.

Der in Essen gewonnene Klärschlamm besaß nur einen geringen Düngerwert.

10 m von der Einmündungsstelle der geklärten Jauche in die Havel war ein Unterschied in der Zusammensetzung des oberhalb der Einmündungsstelle geschöpften Havelwassers und des mit der Jauche gemischten Flußwassers nicht mehr nachzuweisen.

Daß die Türme schneller als die sonst üblichen Klärbassins wirken, ist wahrscheinlich; sicher dagegen, daß dieselben weniger Platz erfordern, namentlich aber, daß der durch offene Kläranlagen verbreitete Geruch vermieden wird. Man kann also — ein weiterer Vorteil — die mit Türmen versehenen Kläranlagen innerhalb der Stadt anordnen.

Das geschilderte Verfahren ist in Essen, Bochum, Potsdam, Pankow (Berlin), Lichtenberg (Berlin) zeitweise oder dauernd in Betrieb. Die Kosten des Verfahrens stellen sich sehr hoch.

Ueber die Anwendung zur Klärung der Abwässer von Bierbrauereien, Zuckerfabriken und Baumwollspinnereien vergl. das Register zu König, Verunreinigung der Gew., unter Rothe-Röckner.

Vergl. auch die Anordnung von Ludwig und Hülssner[2].

1) **J. König**, *Verunreinigung der Gewässer* (1887), 185. — **Reichling**, *Z. d. Ver. deutsch. Ing.* (1890) 1115, *vergl. F. Fischer, Das Wasser*, 2. *Aufl.* 103. — **Proskauer** *und* **Nocht**, *Ueber die chem. und bakteriolog. Untersuch. d. Kläranlage (System Röckner-Rothe) in Potsdam, Zeitschr. f. Hyg.* (1891) 10. *Bd.* 111. — **Mitgan**, *Die Entwässerung der Stadt Braunschweig, D. Vjschr. f. ö. Ges.* (1895) 25. *Bd.* — **J. H. Vogel**, *Die Verwertung d. städt. Abfallstoffe* (1896) 313 *ff.* — **Wiebe**, *D. V. f. ö. Gesd.* 21. *Bd.* 103 (1889).

2) **Ludwig** *und* **Hülssner**, *Die Reinigung der Kanalwässer, Stuttgart* 1895.

3) **Percy Frankland**, *C. f. Bakt.* 13. *Bd.* 124 (1893).

2. Müller und Nahnsen benutzen zur Reinigung der städtischen Abwässer ein Gemisch von Kalk, Thonerdesulfat und Kieselsäurehydrat*).

Dasselbe gelangt in Halle[1] für einen kleinen Teil der Stadt und ferner in Ottensen zur Anwendung. Nach den Analysen von Koenig ist die Klärung eine vollständige, die Ausfällung der organischen Substanzen eine unvollständige. Der Klärschlamm besitzt wenig Düngerwert. Nach Zopf enthält das gereinigte Abwasser nur noch 4 Proz. der in der ungereinigten Jauche vorhandenen Keime.

Die bakteriologische Untersuchung der Kläranlage in Dortmund durch Hagemann[2] ergab, daß die geklärten Abwässer immer noch 400—5700 Keime in 1 ccm enthalten.

1) **Lohausen**, *D. V. f. ö. Ges.* (1889) 21. *Bd* 123 *ff.*
2) **Hagemann**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 346. *Original*: *Z. f. Medizinalbeamte* (1891), *No.* 2, 3, 4.

3. Der Sillar'sche oder ABC-Prozeß, benannt nach den Anfangsbuchstaben der englischen Worte: Alum, Blood, Clay, welche die wesentlichen Bestandteile des zur Fällung benutzten Chemikaliengemisches: Alaun, Blut (event Kohle) und Dolomit (Calcium- und Magnesiumkarbonat) angeben, hat sich nach den eingehenden Untersuchungen der englischen Kommission in keiner Weise bewährt[1]. Die Fällung der suspendierten Stoffe und der gelösten organischen Substanzen ist eine unvollkommene. Der Niederschlag besitzt einen geringen Dungwert und die bei der Anwendung des Verfahrens vorzunehmenden Operationen sind von unangenehmen Gerüchen begleitet. Kingston-on-Thames reinigt die Abwässer nach dem ABC-Bocen.

1) *Reinigung und Entwässerung Berlins*, 2. *Anhang*, 239 *ff.* (1871).

4. Kalk und Aluminiumsulfat.

In Frankfurt a./M.[1] werden die gesamten städtischen Abwässer mit Hilfe von Kalk und Thonerde geklärt und dann in den Main abgelassen.

Die Klärung, welcher eine freiwillige Sedimentierung der groben schwebenden Substanzen in einem Sandfang vorhergeht, liefert, wie nachfolgende Tabelle zeigt, wenig erfreuliche Resultate.

Auf 1 l Sielwasser werden verbraucht 180 mg Aluminiumsulfat und 37 mg Kalk nach Lepsius[2].

Sielwasser	Suspendiert mg	Organ. Stoffe mg	Oxydierbarkeit mg	Gesamt-Stickstoff mg	Organ. Stickstoff
ungeklärt	623	596	28	112,5	2.4
geklärt **(Abnahme in Proz.)**	34	32	68	49	0
Auf 1 l Sielwasser 160 mg Aluminiumsulfat und 40 mg Kalk. (25. Mai 1888, 12 Uhr mittags.)					
ungeklärt	1859	551	10	79	14,5
geklärt **(Abnahme in Proz.)**	8	65	31	61	6
Auf 1 l Sielwasser 160 mg Aluminiumsulfat und 40 mg Kalk. (25. Mai 1888, 12 Uhr mittags.)					
ungeklärt	1658	1062	24	67	25
geklärt **(Abnahme in Proz.)**	7	25	62	60	6

*) Nach Vogel handelt es sich nur um eine aus sehr kieselsäurehaltigem Material (Kaolin) hergestellte Thonerde.

Eine beachtenswerte Kritik dieser Analysen hat F. Fischer[3] veröffentlicht.

1) Lindley, *D. Vjschr. f. öff. Ges.* (1889) 21. *Bd.* 71.
2) B. Lepsius, *D. Vjschr. f. öff. Ges.* (1891) 23. *Bd.* 230.
3) F. Fischer, *Das Wasser*, 1891, 100.

5. Das Verfahren von Schwartzkopf[1] benutzt zur Reinigung der Fäkalien eine Mischung von Kalkmilch, Magnesiumsulfat, Lahnphosphat d. i. mit Schwefelsäure aufgeschlossener Phosphorit, Magnesiumchlorid und filtriert die geklärten Flüssigkeiten schließlich durch Torf.

Nach Proskauer beruht die Wirkung des Chemikaliengemisches ausschließlich auf dem Gehalt desselben an Kalk. Nach dem Gutachten, welches Koch auf Grund der chemischen und bakteriologischen Untersuchungen von Proskauer, Plagge und Petri abgab, scheint das Verfahren nicht empfehlenswert.

1) B. Proskauer, *Die Reinigung von Schmutzwässern nach dem System Schwartzkopf* (*Berlin*) *Z. f. Hyg.* (1891) 10. *Bd.* 51.

6. Eisenmethoden.

α) Eisen allein.

Daß sich Wasser durch Schütteln mit fein verteiltem Eisen und Luft unter geeigneten Verhältnissen in ein brauchbares Trinkwasser verwandeln läßt, ist bereits seit 1884, namentlich durch die Untersuchungen von Anderson, bekannt. Nach Versuchen[1] von Marié-Davy und von Anderson werden durch das genannte Verfahren auch die städtischen Abwässer eines großen Teiles ihrer organischen Stoffe und, wie Piefke, später auch Fromme[2] ermittelten, auch ihrer Bakterien zum großen Teile beraubt.

1) E. Devonshire, *La purification des eaux par le fer métallique, traduit par* Ad. Kemna *Gand.* 1889.
2) Fromme, *Hyg. Rdsch.* (1892) 286 *Ref.*

β) Eisenoxydsulfat $Fe_2(SO_4)_3$ (Verfahren von Buisine[1]).

A. und E. Buisine[1] haben mehrere Wochen hindurch die Abwässer der französischen Fabrikstädte Roubaix und Tourcoing mit Hilfe von Eisenoxydsulfat gereinigt. Diese Abwässer — ungefähr 20000 cbm in 24 Stunden — gelangen in den kleinen Bach Espierre, welcher in die Kläranstalt von Grimopont einmündet. Nachdem dort die Reinigung stattgefunden, verläßt der Bach das französische Gebiet, um in Belgien in die Schelde einzumünden.

Die dort erzielten Resultate sind, wie die auf S. 415 folgende Tabelle zeigt, ausgezeichnet.

Der Schlamm setzt sich leicht ab und kann auf Feldern getrocknet, dann angeblich als wertvoller Dünger verkauft werden. Auch die Abwässer von Paris sollen sich auf gleiche Weise reinigen lassen. Die Reinigung von 1 cbm Abwasser würde etwa 0,4 Pfennig für das Jahr betragen, also für die Abwässer von ganz Paris nur 600—700000 Frcs. kosten. Durch die Klärung werden 90 Proz. der organischen Stoffe und 60—90 Proz. der Bakterien ausgefällt. Die geklärten Abwässer können angeblich ohne Bedenken in den Fluß gelassen werden.

Wasser der Espierre (mg in 1 l).

	Probenahme 8 1/2 Uhr morgens			Probenahme 3 Uhr nachts		
	Nicht gereinigt	Gereinigt mit 4 kg CaO per 1 cbm	Gereinigt mit 1 kg Eisensalz per 1 cbm	Nicht gereinigt	Gereinigt mit 4 kg CaO per 1 cbm	Gereinigt mit 1 kg Eisensalz per 1 cbm
Rückstand	5750	3700	2100	3200	1650	1060
Glührückstand	1950	2900	1800	1600	990	910
Fett	2080	—	—	720		
Gelöste organ. Stoffe, auf krystallisierte Oxalsäure berechnet	1350	1200	220	1100	860	120
Alkalescenz, auf CaO berechnet		800	neutral		260	neutral
Niederschlag durch das Klärmittel, getrocknet		6960	4290		3030	1900

Der Klärschlamm setzt sich schnell ab, läßt sich mittels Pumpen heben und leicht, z. B. in Filterpressen, trocknen. Seine Zusammensetzung ist

Wasser	20,90 Proz.
Anorganische Stoffe (Sand, Thon, Eisenoxyd)	30,63 „
Fett	30 „
Stickstoffhaltige organische Stoffe	18,47 „
	100,00 Proz.

Das Fett läßt sich dem Klärschlamm leicht mittels Schwefelkohlenstoffes entziehen. Der Rückstand enthält 3 Proz. Stickstoff.

Zur Reinigung von 1 cbm Abwasser genügt 1 kg Eisensalz, häufig weniger.

Durch das Eisensalz sollen alle Bakterien abgetötet werden. Es läßt sich sehr billig durch Behandlung gerösteter Pyrite mit Schwefelsäure herstellen.

1) A. *und* E. Buisine, *Compt. rend.* (1892) 115. *Bd.* 661. *Bull. soc. chim. de Paris* 3. *Sér.* (1893) 9. *Bd.* 468 *ff.* *Bull. soc. chim. de Paris* 3. *Sér.* (1894) 7. *Bd.* 763.

γ) Als Ozonine[1] wird ein Gemisch von Eisenvitriol und Eisenoxyd bezeichnet, mit welchem die 45 000 cbm täglich betragenden Abwässer von Salford (England) gereinigt werden.

1) *Ges. Ingen.* (1894) 9.

δ) Das Ferrozone-Polarite-Verfahren (International-System).

Bei dem in der Ueberschrift genannten Verfahren werden die gesamten städtischen Abwässer zunächst mit einem Ferrozone genannten Fällungsmittel versetzt, welches aus einem Gemenge schwefelsaurer Thonerde (60 Proz.) und Eisenoxyden (40 Proz.) oder nur aus schwefelsaurer Thonerde allein besteht. Nach 4-stündiger Ruhe in Klärbassins leitet man das geklärte Abwasser auf Filter. Dieselben bestehen im wesentlichen aus drei Schichten: einer tiefsten, aus grobem Kies bestehenden, einer mittleren, welche aus Oxyden des Eisens, dem Polarite, hergestellt wird, und einer oberflächlichen, wiederum aus scharfem Sand hergestellten Schicht. Der Boden des Filters ist drainiert. Die Abwässer fließen durch die Drains klar, geruchlos und farblos ab. Die Filter brauchen nicht erneuert zu werden, bedürfen aber nach 4-wöchentlicher Benutzung einer Woche der Ruhe, während

welcher das während der Benutzung reduzierte Eisen sich wiederum oxydieren soll.

Dies Verfahren ist in einigen englischen Städten, wie Hendon (16000 Einw.), Acton (30000 Einw.), Royton (13500 Einw.), Ardsley, Huddersfield (80000 Einw.), Balmoral Castle in Gebrauch. Auch in Salford sind mit dem Verfahren Versuche angestellt worden.

Reinigung der Spüljauche von Salford nach dem Polarit-Verfahren.

Mittelwerte mehrerer Analysen	Ammoniak	Organ. gebd. Ammoniak	Sauerstoffverbrauch nach 3 Stunden	Gelöste Stoffe		Suspend. Stoffe	
				Glühverlust	Glührückstand	Glühverlust	Glührückstand
In 100 000 Teilen Spüljauche sind enthalten:							
Ungereinigte Spüljauche	1,22	0,68	4,05	32,7	101,8	21,7	11,7
Gereinigte Spüljauche vor der Filtration	1,19	0,53	3,63	36,1	101,7	17,5	9,5
Gereinigte Spüljauche nach der Filtration	0,21	0,07	0 69	25,7	116,2	3,5	0,8
In der gereinigten Spüljauche finden sich noch Prozente der in der ungereinigten Jauche enthaltenen Stoffe:							
Gereinigte Spüljauche vor der Filtration	2,5	22,1	0,14	10,4	0,14	19,4	18,8
Gereinigte Spüljauche nach der Filtration	82,8	89,7	14,1	83,2	14,1	84,0	93,4
Arbeitsleistung des Filters	82,4	86,8	14,3	81,1	14,3	80,2	91,9

Wie die vorstehenden, von den besten Analytikern Englands (E. Frankland, Roscoe u. s. w) ausgeführten Analysen beweisen, werden durch das Polaritverfahren gegen 80 Proz. des vorhandenen Stickstoffs und gegen 80 Proz. der organischen Substanzen entfernt.

Hiernach scheint das Verfahren empfehlenswert. Allerdings ist über seine Wirkung auf die Bakterien der Abwässer nichts bekannt, sondern nur festgestellt, daß die gereinigten, dann in Flaschen aufbewahrten Abwässer sich monatelang hielten, ohne Fäulniserscheinungen zu zeigen.

Eine Nachbildung des eben geschilderten Verfahrens ist der Blaustein-Prozeß von Hempel, welcher zur Zeit in Bromberg probeweise zur Anwendung gelangt [2].

1) **Roechling**, *Gesundheits-Ingen.* (1892) 586; **Bell**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 376; **Thomson**, *Hyg. Rdsch.* (1892) 202. *Pamphlets of the Internat. Water and Sewage Purification Comp.*
2) **Metzger**, *Ges.-Ing.* (1897) 1.

ε) Liesenberg's Verfahren.

Dasselbe beruht auf der gleichzeitigen Anwendung von Natriumferrit ($Na_2Fe_2O_4$), Natriumaluminat ($Na_2Al_2O_4$) und Kalk.

Es wird angeblich erfolgreich zur Reinigung der Abwässer von zahlreichen Färbereien, Schlachthäusern und etwa 50 Zuckerfabriken benutzt [1]).

1) **H. Benedict**, *Die Abwässer der Fabriken*, 299. *In Sammlg. chem. und chem.-techn. Vorträge, herausg. von Felix B. Ahrens* (1896), 1. *Bd.* 7. *u.* 8. *Heft.*

ζ) Degener [1] schlägt vor, die Abwässer mit Torf und Eisenchlorid zu klären und das Filtrat mittels Kalk keimfrei zu machen.

1) **Vogel**, *Die Verwertung der städt. Abfallstoffe* (1896) 336, 669.

η) Ueber die Anwendung der Süvern'schen Masse und ähnlicher Präparate zur Klärung der Fäkalien vergl. auch in dies. Hdbch., 2. Bd. 1. Abt. S. 47 ff.

7. Elektrolytische Reinigungsmethoden.

Es sind bisher zwei solcher Reinigungsmethoden in Anwendung gelangt: 1) das Verfahren von Webster; 2) das Verfahren von Hermite.

1) Webster's Verfahren[1].

Webster läßt die städtischen Abwässer — und nur für diese ist sein Reinigungsverfahren bestimmt — aus einem Sammelbecken in einen engeren „elektrolytischen" Kanal fließen, dessen Wände in regelmäßigen Abständen Elektroden enthalten. Die negativen Elektroden bestehen aus Gußeisen oder Kohle, die positiven aus passend verbundenen Kohlen- und Eisenplatten. Die Kohlenelektroden werden durch den Strom nur langsam zerstört, während die Eisenelektroden sich auflösen und ihr Eisen zur Bildung von Eisenoxychlorid hergeben, indem sie das Chlor den Abwässern entnehmen. Das Eisenoxychlorid zerfällt bei Berührung mit organischen Stoffen leicht und giebt an diese Sauerstoff und Chlor ab. Hierbei werden die organischen Substanzen zum Teil zerstört, zum Teil durch das gleichzeitig entstandene Eisenoxydhydrat ausgefällt. Nachdem die Abwässer elektrolysiert sind, gelangen dieselben in Absatzbassins oder werden auf Filter geleitet. Sie können dann ohne Schaden in den Fluß eingelassen werden.

Vorstehend geschildertes Verfahren wurde bisher in Crossness an den Abwässern Londons und namentlich in Salford (England) genauer geprüft.

Nach Roscoe's Analysen wurden durch Webster's Verfahren aus der Londoner Spüljauche, welche nach der Elektrolyse nicht filtriert worden war, entfernt: im Mittel 64,5 Proz. des organisch gebundenen Ammoniaks und im Mittel 70 Proz. der organischen Bestandteile. Die elektrolysierte Jauche zeigte keine Neigung zu Fäulnis. Proben derselben, welche in geschlossenen Flaschen 6 Wochen aufbewahrt worden waren, enthielten keinen Schwefelwasserstoff.

In Salford wurden 1382 cbm Jauche in 132 Stunden elektrolytisch gereinigt, also ungefähr 10 450 l in der Stunde.

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, sind auch in Salford ausgezeichnete Resultate erzielt worden.

Jauche von Salford enthält in 100 000 Teilen:

	Ammoniak	Organ. gebd. Ammoniak	Sauerstoffverbrauch nach 3 Stunden	Gelöste Stoffe		Suspend. Stoffe	
				Glühverlust	Glührückstand	Glühverlust	Glührückstand
Ungereinigt	1,46	0,66	5.31	30,86	110,27	36,83	14,37
Elektrolysiert	1,48	0,36	2,34	19.45	93.51	7,74	4,40
Elektrolysiert, dann filtriert . . .	1,04	0,26	1,40	16,0	104,4	0,7	0,3
Erfolg der elektrolytischen Reinigung (die durch Elektrolyse entfernten Stoffe in Prozenten der in der ungereinigten Jauche vorhanden gewesenen).							
Elektrolysierte Jauche, unfiltriert . .	1,37	45,45	55.93	35.35	15,19	78,98	69,38
Elektrolysierte Jauche, filtriert . .	28,77	60.61	73.64	48,15	5,30	98,09	99,91
Leistung des Filters	24,72	27,78	40,17	19,80	10,58	90,96	93,18

Die in Crossness und in Salford erzielten Resultate sind also ungefähr die gleichen. Nach privater Mitteilung des Herrn Roechling ist das eben geschilderte Verfahren in England nicht mehr in Anwendung.

Nach Webster sind die elektrolysierten Abwässer keimfrei, nach in Paris angestellten Versuchen jedenfalls sehr keimarm.

Nach Laboratoriumsversuchen von J. König und C. Remelé[2] wird bei dem Verfahren von Webster Ferrohydroxyd ($Fe(OH)_2$) entwickelt, welches fällend wirkt. Die elektrolysierte Lösung bleibt immer neutral, wenn sie dieses vorher gewesen ist. Hierin liegt ein Vorzug des Verfahrens vor den bekannten chemischen Reinigungsmethoden. Eine direkte Oxydation der organischen Stoffe findet bei Webster's Verfahren nicht statt, ebensowenig eine Sterilisation.

Ueber die Kosten des Verfahrens scheinen genaue Ermittelungen noch nicht vorzuliegen.

Jedenfalls gehört dem elektrolytischen Verfahren die Zukunft. Baldige Versuche in Deutschland wären sehr erwünscht.

1) **H. Alfred Roechling**, *Gesundheits-Ing.* (1892) 178; *vergl. auch Hyg. Rdsch.* (1891) 178, 376 *und ebenda.* (1892) 202 (Thomson).
2) **J. König** *und* **C. Remelé**, *A. f. Hyg.* (1897) 28. *Bd.* 185.

2. Verfahren von Hermite.

Hermite elektrolysiert die städtischen Abwässer, indem er denselben Meerwasser zusetzt, in welchem durch Elektrolyse freies Chlor erzeugt wurde. Nach den Versuchen von Klein[1], ferner von H. E. Roscoe und Lunt[2] werden Klosettwässer durch Vermischung mit dem gleichem Volumen Hermite-Flüssigkeit zwar desodoriert, aber nicht vollkommen sterilisiert. Namentlich werden die in den festen Fäkalien enthaltenen Keime nicht abgetötet.

Hiernach ist das Verfahren zur Zeit noch nicht imstande, erfolgreich mit den besseren Methoden zur Abwässerreinigung zu konkurrieren. Dasselbe erscheint aber der Verbesserung fähig.

1) **Klein**, *Hyg. Rdsch.* (1894) 337.
2) **H. E. Roscoe** *und* **Lunt**, *Hyg. Rdsch.* (1895) 1142 [*Ref.*]; *vergl. auch Hyg. Rdsch.* (1896) 1001.

IV. Ueberblick über die gewerblichen Abwässer und deren Reinigung.

Nächst den städtischen sind es besonders die gewerblichen Abwässer, welche zur Verunreinigung der Flüsse beitragen können. Sie nehmen deshalb kaum minder als jene erst genannten das Interesse des Hygienikers in Anspruch.

Mit Rücksicht auf die Zwecke des vorliegenden Handbuches und den zur Verfügung stehenden Raum soll im folgenden nur ein Ueberblick über die Abwässer der gewerblichen Betriebe zu geben versucht werden, ohne daß es die Absicht gewesen wäre, an dieser

Stelle die weitschichtige Litteratur auch nur in ihren Umrissen anzuführen. Eine ausführliche Behandlung des schwierigen Gegenstandes muß vielmehr den Spezialwerken überlassen bleiben.

An die Spitze der folgenden Abschnitte kann die Bemerkung treten, daß es eine allgemein giltige Reinigungsmethode für alle gewerblichen Abwässer nicht giebt.

Die Richtigkeit dieses Satzes leuchtet sofort ein, wenn man die großen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung dieser Abwässer ins Auge faßt. Während z. B. die Abwässer der Bergwerke und Hütten fast ausschließlich mineralische, d. h. unverbrennliche Stoffe enthalten, treten diese in den Abwässern der Zuckerfabriken und Gerbereien fast ganz zurück gegenüber der großen Menge verbrennlicher (organischer) Stoffe. Manche Betriebe, z. B. die Gas- und Metallwarenfabriken, liefern ein nahezu keimfreies Abwasser, während eine große Zahl von Bakterien durch Stärkefabriken und Schlächtereien den Flüssen zugeführt werden kann.

Der Natur des Abwassers muß sich dementsprechend die Reinigungsmethode anschmiegen.

Es ist ein verbreiteter Mißbrauch die Fäkalien der Arbeiter in die Fabriksabwässer fließen zu lassen. — Auch pfeifen es die Spatzen von den Dächern, daß die Reinigung der gewerblichen Abwässer vielfach nur zu der Zeit erfolgt, wo der Besuch des Gewerbeinspektors erwartet wird.

1. Abwässer der Bergwerke und Hütten.

a) Die Abwässer der Steinkohlengruben enthalten bisweilen 4—5 Proz. Kochsalz, ferner Eisenoxyd- und Eisenoxydul Salze, ferner Kalk, Thonerde, Mangan und namentlich auch freie Schwefel- und Salzsäure. Sie vermögen eine bedeutende Verunreinigung der Flüsse herbeizuführen, wie aus Polek's Analysen von Abwässern der Steinkohlengrube von Orzesche i. Oberschl. und des Wassers der Birawka, in welche sich die Abwässer ergießen, hervorgeht. Vergl. auch die folgenden Analysen von Abwässern der Zinkblende- und Schwefelkiesgruben.

Abwässer der Steinkohlengruben von Orzesche in Oberschlesien und Verunreinigung der Birawka durch dieselben nach Polek[1].

	Grubenwasser mg in 1 l	Birawkawasser mg in 1 l vor Einfluſs des Grubenwassers	Birawkawasser mg in 1 l nach Einfluſs des Grubenwassers
Schwefelsäure	1278	5	209
Chlor	4	8	—
Kieselsäure	46	—	19
Kali	16	1	2
Natron	18	5	8
Kalk	256	29	79
Magnesia	119	5	25
Eisenoxydul	10*)	—	11
Eisenoxyd	229	3	6
Manganoxyd und Thonerde	102	1	—
Freie Schwefelsäure	152	—	29

*) 441 mg $FeSO_4$.

	Zinkblende-grube Juno in Gevling-hausen	Schwefelkies-grube bei Meggen	Elspe-Flufswasser vor Aufnahme der Abwässer der Schwefelkiesgrube bei Meggen	Elspe-Flufswasser nach Aufnahme der Abwässer der Schwefelkiesgrube bei Meggen
Schwefelsäure (gebunden) .	302	4697	12	187
Schwefelsäure (frei) . . .	—	626	—	—
Eisenoxyd	21	256 (suspendiert)	Spur (suspendiert)	29
Eisenoxydul	—	1256	—	—
Zinkoxyd	164	958	—	—
Kalk	50	399	46	132
Magnesia	42	574	10	33

Daß derartige Abwässer die Entnahme von Trinkwasser aus den Flüssen, in welche sie ungereinigt einfließen würden, unmöglich machen, ist selbstverständlich. Man reinigt sie deshalb durch Fällung mit Kalk. Doch bleibt diese Reinigung leider stets eine unvollkommene. Namentlich werden hierdurch die Salze der Alkalien (Na Cl, KCl) nicht ausgefällt.

Seltener als im Bergbaubetriebe sind die Abwässer der Hütten Veranlassung zur Flußverunreinigung.

Doch enthalten die Gichtgaswasch- und die Schlackengranulationswässer Schwefelwasserstoff, welcher die Fische schädigt. Das zur Filtration des Hüttenrauches benutzte Wasser führt arsenige Säure. Es darf also erst nach Behandlung mit Eisenvitriol oder mit Kalk in öffentliche Wasserläufe abgelassen werden (vergl. dies. Hdbch. 8. Bd. 400 und 550).

1) **Ferd. Fischer**, *Das Wasser*, 2. *Aufl.*, 131 *ff*.

b) Salinen, Kaliindustrie.

Solen und Salinen führen den Flüssen bisweilen große Mengen folgender Bestandteile zu: Kochsalz, Chlorcalcium, Chlormagnesium und schwefelsaures Calcium (Gips).

Aus den Kaliwerken gelangt namentlich Chlormagnesium in die Flüsse.

So wurde nach den Analysen von Ziurek und H. Focke die Bode durch die Abwässer des Kaliwerkes Douglashall, in folgender Weise verunreinigt:

Verunreinigung der Bode durch die Abwässer des Kaliwerkes Douglashall[3]

	Bode oberhalb Douglashall mg	Bode unterhalb Douglashall mg
Trockenrückstand . . .	390	752
Glühverlust (organ. Stoffe)	27	152
Chlor	49	161
Schwefelsäure	42	132
Kalk	92	130
Magnesia	17	58
Kali	7	15
Natron	43	106

Ueber die Verunreinigung der Elbe durch salinische Abwässer vergl. S. 391.

Ueber die Verunreinigung der Oker und Aller durch die Abwässer der Chlorkaliumfabrik Thiedeshall vergl. H. Beckurts, Z. f. angew. Chem. (1895) 168 [Ref.].

Eine Reinigungsmethode für die salinischen Abwässer ist unbekannt. Es läßt sich aber erwarten, daß die Flußverunreinigung durch diese Abwässer sich mit der Zeit verringern wird, weil die Technik bereits begonnen hat, das Chlor aus den Rückständen durch Wasserdämpfe bei hoher Temperatur als Salzsäure abzuscheiden (vergl. dies. Hdbch. 8. Bd. 671). Daß auch neutrale Alkalisalze das Flußwasser als Trinkwasser ungenießbar machen, zeigt namentlich der Fall von Magdeburg.

Ferner greifen die Chloride nach H. Bardeleben, F. Storp und König[1], die Eisenteile von Turbinen und Dampfkesseln an, und sind für die Berieselung von Wiesen schädlich, wenn das Rieselwasser mehr als 500 mg Chlornatrium im Liter enthält.

Ein an Kochsalz reiches Wasser ist zum Waschen und Bleichen unbrauchbar.

Flußfische, namentlich Forellen, vertragen noch ein Wasser mit 10 g NaCl im Liter[2].

Vergl. über die englische Gesetzgebung, welche die Flüsse vor Verunreinigung durch die Abwässer der Bergwerke schützt: Le Neve Foster, A Text Book of Ore and Stone Mining, London 1897.

1) König, *Verunreinigung d. Gew.*, 379 *ff.* 392.
2) C. Weigelt, *A. f. Hyg.* (1895) 3. *Bd.* 39.
3) Ferd. Fischer, *Das Wasser*, 2. *Aufl.*, 136.

2. Abwässer der Chemischen Fabriken.

A. Organische Betriebe.

a) Gasanstalten. Ferd. Fischer[1] (vergl. dies. Hdbch., 8. Bd. 793 ff., 808) untersuchte einen Brunnen, welcher etwa 15 Proz. Gaswasser aufgenommen hatte und Wasser von folgender Zusammensetzung lieferte:

	mg im Liter		mg im Liter
Organische Stoffe	4198	Kalk	906
Chlor	440	Magnesia	136
Schwefelsäure	992	Gesamthärte	1100
Salpetersäure	2	Veränderliche Härte	150
Salpetrige Säure	—	Giftige Metalle	—
Ammoniak	82	Rhodan entsprechend	300 Rhodanammonium

In einem anderen, nahe bei einer Gasanstalt gelegenen Brunnen wies Dickmann[2] Diphenylamin $NH(C_6H_5)_2$ nach.

Die bei der Destillation der Steinkohle gewonnenen Gaswässer (vergl. dies. Hdbch., 8. Bd. 796) dürfen, selbst wenn die meisten der in ihnen enthaltenen Stoffe (Ammoniak, Rhodanverbindungen u. s. w.) fabrikmäßig abgeschieden sind, wegen ihrer giftigen Wirkung auf Fische erst nach völligem Erkalten in den Fluß gelassen werden.

Dasselbe gilt nach Kammerer[3] auch für das Gassperrwasser, in welchem sich mit der Zeit ungefähr die gleichen Stoffe ansammeln, die auch im Gaswasser enthalten sind. Nach längerem Kochen und Vermischung mit 2 Raumteilen Wasser erwies sich dasselbe für Fische nicht mehr als giftig. Offenbar wird durch das Kochen der giftige Bestandteil — vielleicht ein Cyanür oder ein Isocyanür — in einen ungiftigen Bestandteil übergeführt.

Die Rhodanverbindungen, welche mit den Abwässern etwa in die Flüsse gelangen, beeinträchtigen den Pflanzenwuchs[4], während sie für Säugetiere erst in großer Dosis schädlich sind.

b) Teersiedereien, Fabriken organischer Roh- und Zwischenprodukte. Vergl. über die von den genannten Betrieben fabrizierten Stoffe dies. Hdbch., 3. Bd. 377 ff. und 8. Bd. 830 ff.

Ueber die Abwässer genannter Betriebe scheinen wissenschaftliche Beobachtungen nicht veröffentlicht zu sein.

c) Fabriken organischer Farbstoffe (Teerfarben, Anilinfarben), ferner Alkaloidfabriken.

Die Abwässer der Fabriken organischer Farbstoffe sind häufig stark gefärbt und enthalten außerdem anorganische Salze, wie Kochsalz und Natriumsulfat: Materialien, welche zum Ausfällen (Aussalzen) der Farbstoffe benutzt werden.

Die genannten Stoffe sind ungiftig. Daher wird das Einfließen derartiger, wenn auch stark gefärbter Abwässer in einen wasserreichen Fluß, auch ohne vorhergehende Reinigung, nicht zu beanstanden sein.

Zu beanstanden sind dagegen arsenhaltige Abwässer, welche von Farbenfabriken ausgehen, die zur Herstellung des Fuchsins Arsensäure benutzen (Vergl. die Tabellen, S. 425 und 427).

Da das Arsenverfahren durch das Nitrobenzolverfahren beinahe verdrängt ist, gehören derartige Abwässer jetzt zu den Ausnahmen. Sie müßten durch Kalkmilch und Ferrosulfat gereinigt werden.

Ueber die Abwässer einer Alkaloid- und einer Tanninfabrik vergl. Spindler[5]. Dortselbst auch Analysen von Fabriken, welche Druckfarben, Farbholzextrakte, photographische Präparate, Lacke, Degras u. s. w. herstellen.

In den Abwässern einer Fabrik, welche Pikrinsäure und andere Phenolpräparate erzeugte, fanden sich:

	mg in 1 l
Blei	Spuren bis 34
Pikrinsäure	130 — 166 — 200

Vergl. auch Jurisch, Die Verunreinigung der Gewässer (1890) S. 18.

1) Ferd. Fischer, *Das Wasser*, 2. *Aufl.*, 19; *vergl. auch* Traumüller, *D. Vjschr. f. öffentl. Gespfl.* (1876) 8. *Bd.* 212.
2) *Z. f. analyt. Chem.* (1890) 398.
3) H. Kammerer, *Ber. über d.* 8. *Vers. d. freien Vereinig. bayer. Vertreter der angew. Chem. zu Würzburg* (1889).
4) Dingler, *Polyt. Journ.* 214, 85. — König, *Verunrg. d. Gew.* 355. — Benedict, *Die Abwässer der Fabriken, Stuttgart* 1896, 374.
5) H. Spindler, *Die Unschädlichmachung der Abwässer in Württemberg* (1896) 97 *ff.*

B. Anorganische Betriebe.

a) Sodafabriken (vergl. dies. Hdbch. 8. Bd. 661 ff.).

1) Die Rückstände der nach dem Leblanc-Verfahren arbeitenden Fabriken belaufen sich auf ungefähr 1500 kg für je 1000 kg Soda und bestehen im wesentlichen aus Schwefelcalcium, kohlensaurem Kalk und Aetzkalk. Bei heißem Wetter entwickelt sich aus denselben Schwefelwasserstoff, der durch bisweilen erfolgende Selbstentzündung in schweflige Säure übergeht. Die Sodarückstände werden beim Auslaugen durch den Regen in eine gelbe Brühe verwandelt. Gelangen sie in den Fluß, so bildet sich hier Chlorcalcium, welches die Härte des Flußwassers erhöht. Auch wird freier Schwefel abgeschieden. Gleichzeitig entsteht freier Schwefelwasserstoff, der die Anlieger hochgradig belästigt. Die Sodarückstände enthalten auch bis zu 0,44 Proz. Arsen, welches aus der bei der Sodadarstellung benutzten rohen Schwefelsäure stammt [1].

Die Flußverunreinigung durch die Sodafabriken war in England zeitweise eine so bedrohliche, daß sich die Gesetzgebung mit derselben beschäftigen mußte. In Deutschland scheinen die Fabriken bessere Vorsorge gegen Flußverunreinigung getroffen zu haben. Wenigstens sind Klagen seltener laut geworden [1].

2) Die nach dem Chance-Prozeß arbeitenden Fabriken verwandeln das Schwefelcalcium der Sodarückstände durch Oxydation in Calciumsulfhydrat und später durch Kohlensäure in Calciumkarbonat, wobei der entwickelte Schwefelwasserstoff auf Schwefel oder Schwefelsäure verarbeitet wird. Die nach diesem Verfahren erhaltenen Rückstände sind ungiftig und dürfen, wie es scheint, ohne weiteres in den Fluß gelassen werden [1].

3) Bei Anwendung des Ammoniaksoda-Verfahrens enthalten die Abwässer reichlich Chlorcalcium und Chlornatrium [1].

1) **F. Fischer**, *Das Wasser*, 139; **F. Fischer** (R. von Wagner), *Hdbch. der chem. Technologie*, 12. *Aufl.*, 211 *ff.*

b) Chlor- und Chlorkalk-Fabriken.

Bei der Entwickelung von Chlor aus Chlorkalk mittels Branntwein entstehen Laugen von Manganchlorür, welche früher als unverwertbar in die Flüsse abgelassen wurden und diese stark verunreinigten. Jetzt verarbeitet man diese Rückstände erfolgreich nach dem Weldon-Prozeß, indem man das Mangan in Kalkmanganit verwandelt und dieses immer wieder von neuem zur Chlordarstellung benutzt (vergl. dies. Hdbch., 8. Bd. 666).

c) Andere Betriebe.

In der folgenden Tabelle sind Angaben über die Abwässer einiger chemischen Betriebe, welche in den vorhergehenden Abschnitten nicht erwähnt wurden, zusammengestellt.

Betrieb	Abwasser enthält	Reinigungs-methode	Abwasser wirkt schädigend auf	Litteratur König, Verunreinig. der Gewässer. Ferner:
Brechweinsteinfabrik	Antimon	Kalk		dies. Hdbch. 8. Bd. 754.
Chrompräparate	Chromoxyd, Chromat	Verarbeitung der Rückstände auf Chromoxyd	Menschen, Fische, Pflanzen,	dies. Hdbch. 8. Bd. 702.
Knallquecksilber	Knallquecksilber, Salpetersäure	Nach Braun und Bloehm	Menschen, Fische,	dies. Hdbch. 8. Bd. 682.
Kupfer (Messing)	Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kupfer und Zink	Kalk	Fische, Pflanzen,	dies. Hdbch. 8. Bd. 682.
Schweinfurter Grün	Arsenige Säure	Kalk	Menschen Fische, Pflanzen,	dies. Hdbch. 8. Bd. 748.
Schweflige Säure	Schweflige Säure	Kalk	Menschen Fische, Pflanzen,	dies. Hdbch. 8. Bd. 711.
Ultramarin	Schweflige Säure	Kalk	Menschen Fische, Pflanzen,	dies. Hdbch. 8. Bd. 711.
Zink	Zinksalze	Kalk	Menschen, Pflanzen,	dies. Hdbch. 8. Bd. 757.

3. Abwässer der Metallwarenfabriken.

Die Abwässer von Metallwarenfabriken sind zumeist sog. Beizwässer[1].

Beizwässer von	enthalten	Reinigung oder Wiedergewinnung (W)	Bemerkung
Drahtziehereien	$FeSO_4$ oder $FeCl_2$	W	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Verzinnerei	" " "	"	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Verzinkerei	" " "	"	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Email-Blechgeschirrfabrik	freie Salzsäure und Eisenchlorür	Kalk, event. W	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Silberbeizerei	freie Schwefelsäure u. Kupfersulfat	Kalk, event. W	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Neusilberfabriken	bis zu 1 Proz. freie Schwefel- oder Salzsäure	Kalk, event. W	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Galvanischen Fabriken (Galvanisierwerke)	freie Schwefel- od. Salzsäure	Kalk, event. W	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar
Messinggiefserei	bis zu 30 p. M. freie Schwefelsäure, Kupfersulfat, Kupfernitrat, Eisen- oder Zinksulfat	Kalk, event. W	schädlich für Tiere und Pflanzen, daher zur Berieselung nicht verwendbar

Das Abwasser von Nickelwalzwerken wirkt nach E. Haselhoff[2] schon bei einem Gehalt von 2,5 mg Nickeloxydul im Liter schädlich auf Pflanzen.

1) **F. Fischer**, *Das Wasser*, 2. *Aufl.*, 143.
2) *Landw. Jahrb.* 22. *Bd.* 861; *Z. f. angew. Chem.* (1894) 62.

4. Abwässer der Färbereien und Bleichereien.

Färbereien. In die Abwässer der Färbereien gehen über: 1) Farbstoffe, weil die Färbeflüssigkeiten (Flotte) niemals völlig entfärbt werden; 2) Beizen.

Von den Farbstoffen verdienen neben den organischen (Teerfarben), welche nur höchst selten giftige Eigenschaften besitzen,

die anorganischen hervorgehoben zu werden. Unter den letzteren standen früher vielfach solche in Gebrauch, welche Blei, Arsen, Chrom und Kupfer enthielten. Ihre Verwendung hat wenigstens in Deutschland wesentlich abgenommen und zum Teil überhaupt aufgehört.

Arsen war in den Abwässern der Färbereien früher recht häufig nachweisbar, wie die folgende Tabelle zeigt. Aus dem Mersey-Flusse, an welchem viele Färbereien liegen, ging dasselbe sogar in das Leitungswasser der Stadt Stockport über.

Unter den Beizen, die sich in den Abwässern nachweisen lassen, seien erwähnt: Tannin, Brechweinstein, Zinksulfat und Zinkacetat, Bleisalze, Arsensalze, z. B. arsensaure Thonerde, ferner Seifen, Fette, Albumin, Caseïn und Kleber.

Analysen von englischen Färbereien, Bleichereien u. s. w. nach der River Pollution Commission.

	Gelöst						Suspendiert	
	Insgesamt	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Gesamt-Stickstoff	Chlor	Arsen	Insgesamt	Darin organische Stoffe
Abwässer aus einer Farbeküpe zum Wollfärben	1076	489	33	37	—	—	1020	779
„ „ „ Färberei und Bleicherei . .	434	48	2,4	2,7	45	0,5	490	354
„ „ 5 Färbereien, Druckereien, Bleichereien (Durchschnitt)	502	42	3	4	49	—	260	190
Bach, wie er zu einer Druckerei gelangt . . .	60	2,5	0,2	0.2	11	—	—	—
Bach, wie er dieselbe verläſst	358	69	3	3,4	28	0,3	99	73

Flüsse, welche die ungereinigten Abwässer von Färbereien aufnehmen, sind zumeist stark gefärbt; daß dieselben ein völlig schwarzes Wasser führen, gehört, wenn dieselben aus Schwarzfärbereien stammen, nicht zu den Seltenheiten. Die Farbe bleibt dem Flußwasser bisweilen mehr als 30 km erhalten, wie namentlich das Beispiel der Wupper zeigt, welche die Abwässer der Färbereien von Elberfeld aufnimmt. Sogar im Rheine waren die schwarzen Abwässer der Färbereien von Krefeld mehrere Kilometer weit nachweisbar. Ein Verschwinden dieser Farbstoffe durch Selbstreinigung findet also nur äußerst langsam statt.

Die Färbereiabwässer töten beinahe jedes organische Leben in den Flüssen und machen daher das Wasser für Trinkwasserzwecke unbenutzbar. Bekannt sind die Schlammablagerungen an den Ufern und Böschungen kleinerer Flüsse. Diese Ablagerungen sind bisweilen intensiv gefärbt und enthielten z. B. in dem von Fleck beschriebenen Falle, welcher das an Färbereien reiche Pleißeufer betraf, 7,7 Proz. Eisen, 0,19 Proz. Kupfer, 0,018 Proz. Blei und 0,025 Proz. Arsen.

Abwässer von Färbereien, und dasselbe gilt wohl ebenso für die Abwässer von Bleichereien, sollten daher den Flüssen nur nach vorheriger Reinigung zugeführt werden.

Bleichereien. Die Abwässer der Bleichereien enthalten namentlich Seifen und Kalksalze, wie schwefelsauren Kalk und Chlorcalcium, seltener kleine Mengen von Chlorkalk.

Analysen der Abwässer zweier Bleichereien enthält die nachfolgende Tabelle (I von König, II von Fleck)[1].

mg in 1 l.

	I	II
Suspendiert	3036	—
Gelöst	4615	—
darin Kalk	2510	—
„ Chlor	1553	—
Fett (freie Fettsäure : 15 mg)	—	28
Natriumsulfat	—	363
Calciumsulfat	—	96
Chlornatrium	—	49

Die Reinigung der Abwässer wird, nach vorhergehender Beseitigung der groben Schwebestoffe durch Absitzen und durch Anwendung von Sieben, vielfach mit Hilfe von Kalk bewirkt.

Auch Filter von Torf, Sand und Kohle werden angewandt, aber zumeist ohne wesentlichen Erfolg.

Musterhaft sind die Reinigungseinrichtungen der großen Färbereien von Spindler[1] in Spindlersfeld bei Berlin. Dieselben beruhen im wesentlichen in der Abscheidung der Seifen und der meisten Farbstoffe durch Behandlung mit Chlorcalcium und Kalk. Saure Abwässer werden durch Kalk, alkalische durch Salzsäure neutralisiert. Die abgeschiedenen Seifen werden verkauft. Thatsächlich findet eine nachweisbare Verunreinigung der Spree durch die derart gereinigten Abwässer nicht statt.

1) **Ferd. Fischer**, *Das Wasser*, 2. *Aufl.*, 207. 208.

5. Abwässer der Textilindustrie.

a) Die Abwässer der Flachsrotten entstehen beim Gären und Faulen des Flachses, wie dasselbe zur Zerstörung der die Bastfasern verbindenden Zwischensubstanz künstlich herbeigeführt wird. Diese der Fermentation unterworfene Substanz enthält eiweißähnliche Körper, welche bei der Zersetzung durch Fäulnisorganismen neben anderen übelriechenden Stoffen, namentlich Fettsäuren, wie Butter-, Propion- und Essigsäure liefern.

Erfolgt diese Zersetzung, wie dies gewöhnlich der Fall ist, durch Einhängen der Flachsbündel in Teiche oder Flüsse, so gehen die genannten Bestandteile ins Wasser über, machen dasselbe für Trinkwasserzwecke unbenutzbar und töten die Fische.

In den meisten Staaten ist deshalb durch Gesetz die Benutzung öffentlicher Gewässer für den angegebenen Zweck verboten.

Am sichersten macht man diese Abwässer durch Berieselung unschädlich. Bisweilen findet auch die Reinigung durch Kalk Anwendung.

Bei der Taurotte, welche in dem Ausbreiten des Flachses auf Feldern besteht, geht die Fermentation äußerst langsam vor sich. Eine Belästigung durch Gerüche und eine Verschlechterung des Wassers findet

hierbei nicht statt, weil die Fäulnisprodukte durch die Luft verdünnt und fortgeführt werden.

b) Abwässer der Wollfabriken.

Die Abwässer der Wollwäsche sind besonders unrein, wie aus der untenstehenden Tabelle, Analyse 3 und 4, hervorgeht, welche zugleich auch eine Analyse von Abwässern der Schafwäsche (Analyse 2) enthält.

In die Abwässer der Wollwäsche gehen namentlich die Bestandteile des Wollschweißes über.

Sie enthalten außer dem Wollfett, dem sogenannten Lanolin, namentlich reichliche Mengen von Kali, welches an Fettsäuren gebunden ist. Aus denselben wird das Wollfett fabrikmäßig abgeschieden. Wo dieses nicht geschieht, pflegt man die Abwässer einzudampfen und auf Pottasche zu verarbeiten. In Frankreich überläßt man in einigen Fabriken die Abwässer einem sich schnell abspielenden Fäulnisprozeß, bei welchem Ammoniak, Trimethylamin, flüchtige Fettsäuren, und zwar hauptsächlich Essigsäure, gebildet werden. Letztere läßt sich durch Destillation gewinnbringend abscheiden.

c) Tuchfabriken bringen Abwässer hervor, deren Entstehung und hochgradige Verunreinigung durch die Ermittelungen der River Pollution Commission verständlich wird[1].

Wie dieselbe ermittelte, sind nämlich zur Herstellung von 500 Stück Tuch erforderlich: 1600 kg Soda, 60 cbm Harn, 3000 kg Seife, 2000 kg Oel, 1000 kg Leim, 2300 kg Schweineblut und Schweinekot, 2000 kg Walkerde, 20000 kg Farbwaren, 2000 kg Alaun oder Weinstein. Außerdem werden bei der Herstellung dieser 500 Stück Tuch aus der Wolle durch den Reinigungsprozeß herausgelöst: 8000 kg Wollfett und Schmutz.

d) Viel weniger verunreinigt als die Abwässer der Wollfabriken sind diejenigen der Baumwollfabriken und Seidenfabriken (s. die untenstehende Tabelle, Analyse No. 5 und 6).

Abwässer von Schafwäschen, Wollwäschereien, Wollfabriken, Baumwollenfabriken und Seidenfabriken nach Analysen der River Pollution Commission[1].

mg in 1 l

No.		Gelöst							Suspend.
		Organ. Kohlenstoff	Organ. Stickst.	Ammoniak	Ges.-Stickst.	Chlor	Arsen	Insgesamt	Insgesamt
1	Wasser, wie es zur Schafwäsche fließt	3	1,2	0,7	5,6	—	—	307	Spur
2	Dasselbe nach der Schafwäsche	258	39,4	19,1	55.2	—	—	1 810	1 164
3	Abwässer einer Wollwäscherei	1325	98,8	546	548	—	Spur	10 994	34 826
4	Abwässer von 15 Wollfabriken im Durchschn.	648	103	116	200	219	0,11	3 370	4 748
5	Abwässer v. 5 Baumwollenfabr. im Durchschn.	42	3	1.3	4	49	0.34	502	260
6	Abwässer einer Seidenfabrik	15	1,5	0,3	1,7	0,12	265	—	—

Ueber die Verunreinigung des Kötschaubaches bei Pößneck (Sachs.-Mein.) durch die Abwässer der Tuchfabriken vergl. Renk, Arbeit. kais. Gesd.-Amt. 5. Bd. 406.

Ueber die — ungenügende — Reinigung der Abwässer einer Kammgarnspinnerei durch Thonerdesulfat vergl. Hyg. Rdsch. 46.

1) **Ferd. Fischer**, *Das Wasser*, 2. *Aufl.* 202.

6. Abwässer von Gerbereien.

Die Zusammensetzung der Abwässer englischer Gerbereien wurde durch die River Pollution Commission, wie folgt, ermittelt.

mg in 1 l

	Erschöpfte Gerbflüssigkeit	Kalkflüssigkeit
Organischer Kohlenstoff	31 822	2059
Organischer Stickstoff	363	534
Ammoniak	108	258
Gesamt-Stickstoff	452	746

Die an organischen, also fäulnisfähigen Stoffen reichen Abwässer sind imstande, das Wasser kleinerer Flüsse für Trinkwasserzwecke völlig ungenießbar zu machen.

Das Enthaarungsmittel geht gleichfalls in die Abwässer über. Als solches diente früher das Schwefelarsen (Auripigment) und zwar in Verbindung mit Kalk.

Daher waren die Abwässer vielfach arsenhaltig. Dieselben wurden bisweilen in offenen Gerinnen (Rinnsteinen) den Flüssen zugeleitet. Jetzt ist eine Reinigung dieser arsenhaltigen Abwässer mittels Eisenvitriol überall vorgeschrieben. Der hierbei entstehende Niederschlag muß vergraben werden und darf nicht ins Grundwasser gelangen.

Die Abwässer können auch pathogene Bakterien, z. B. Milzbrandbakterien, enthalten, wenn Felle milzbrandkranker Hammel zur Verarbeitung gelangten.

Die Vergiftung von Enten, Rindvieh und Fischen durch ein arsenhaltiges Bachwasser, in welches sich die Abwässer einer Gerberei ergossen, beobachtete Reichardt[1]. Der Schlamm dieses Baches enthielt bis zu 0,9 Proz. Arsen. In neuerer Zeit ist das Auripigment durch das relativ unschädliche Schwefelnatrium ersetzt worden. Die arsenhaltigen Abwässer zerstören auch den Pflanzenwuchs.

Sind mit den Gerbereien Lederfärbereien verbunden, so sind die Abwässer meist stark gefärbt.

Die Reinigung derartiger Abwässer durch Kalk ist eine unvollkommene. Bessere Resultate liefert die Anwendung der verbrauchten Gerberlohe, welche massige Niederschläge hervorruft.

Nach Gintl und Kratschmer dürfen Abwässer von Gerbereien überhaupt nicht mittels Kalk geklärt werden, weil dieselben ohnehin reich an Kalk sind und weil durch weiteren Kalkzusatz die Lösung der organischen Substanzen nur vermehrt wird (S. 409). Dagegen leistet schwefel-

saure Thonerde gute Dienste. Nach 6—8-stündigem Absitzen leitet man die Abwässer durch ein 60—80 cm hohes Filter von gebrauchter Lohe [2].

Ueber die Verunreinigung des Kötschaubaches bei Pößneck (Sachs.-Mein.) durch die Abwässer der dortigen Gerbereien vergl. Renk, Arb. kais. Gesd.-Amt 5. Bd. 406.

1) **Reichardt**, *citiert von* **Ferd. Fischer**, *Das Wasser*, 199 (*Anmkg.* 79). *Vgl. auch* **Varrentrapp**, *D. Vjschr. f. öff. Ges.* 5. *Bd.* (1873) 165 *u.* 323.
2) *Hyg. Rdsch.* (1896) 1227 *Ref.*

7. Abwässer von Federnfabriken.

Die Reinigung der (tierischen) Federn erfolgt durch Waschen derselben in einem mit Rührvorrichtung versehenen Bottich unter stetem Zufluß reinen Wassers.

Die Zusammensetzung der Abwässer ist abhängig von der Zeit, während welcher dieselben mit dem Wasser in Berührung waren, wie aus nachfolgender Tabelle [1] hervorgeht.

mg in 1 l

Die Abwässer waren mit Wasser in Berührung		Gesamtrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Organ. Stickstoff	Chlor
12 Stunden	unfiltriert	515	226	289	?	95
	filtriert	200	129	91	?	95
5 Minuten	unfiltriert	229	115	114	11	31
	filtriert	117	76	41	6	31
20 Minuten	unfiltriert	161	94	67	?	22
	filtriert	93	63	30	?	22
45 Minuten	unfiltriert	87	52	35	3	6
	filtriert	62	44	18	2	6

Zwei Federnfabriken, welche ihre Abwässer in den Neckar schickten, verursachten nach Benedict [2] keine merkbare Veränderung des Flußwassers.

1) **N. Zeitler**, *Zeitschr. f. angew. Chem.* (1891) 216.
2) **Benedict**, *Die Abwässer der Fabriken* (1896) 383.

8. Abwässer von Papierfabriken [1].

Die Papierfabriken gehören zu denjenigen technischen Betrieben, welche am häufigsten mit den Anwohnern und Behörden in Kampf geraten, weil ihre Abwässer eine sehr bedeutende Menge faulender und übelriechender Stoffe enthalten.

Beim Waschen der Lumpen, Papierfetzen und Taue gehen in das Wasser große Mengen von Schmutz über.

Weiterhin geben Stroh, Holz und Esparto an die zu ihrer Aufschließung benutzten Chemikalien, wie Natronkarbonat, Aetznatron, Kalk und Bisulfit, sowohl organische wie anorganische Körper reichlich ab.

Auch die Papierbleichereien liefern stark verunreinigte Abwässer.

Analysen der Abwässer von Papierfabriken.

No.	1 l enthält mg	Suspend. Organische	Suspend. Unorgan.	Gelöst Insgesamt	Gelöst Organische	Gelöst Unorg. Stickst.	Gelöst Kalk	Gelöst Schwefel	Gelöst Chlor	Analytiker
1	Strohpapierfabrik a	668	189	8386	4671	89	—	—	—	König, Verunreinigung der Gewässer S. 288
2	„ b	146	4	—	2267	79	972	—	—	
3	„ c	515	232	480	170	12	155	—	—	
4	Holzpapierfabrik a	192	200	687	257	—	160	169	16	
5	„ b	251	265	620	112	—	—	—	—	
6	Espartoflüssigkeit einer Papierfabrik	—	—	40380	(Kohlenst.) 9388	770	—	—	—	River Pollution Commission

Wie hochgradig die Flußverunreinigung durch Abwässer von Papierfabriken sich gestalten kann, ergeben die nachfolgenden Zusammenstellungen.

mg in 1 l

Bachwasser *)	Organ. Stoffe	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	Analytiker
oberhalb der Fabrik	128	25	Spuren	72	7	Eulenberg, Hdb. d. Gewerbehyg. (1876) 534.
an „ „	387	227	182	173	14	
unterhalb „ „	5404	348	32	103	14	

mg in 1 l

Forellenbach bei Hillegossen **)	Suspendiert Organische	Suspendiert Unorganische	Gelöst Insgesamt	Gelöst Organische	Gelöst Kalk	Gelöst Schwefelsäure	Gelöst Chlor	Analytiker
oberhalb der Fabrik	0	0	376	35	147	97	12	König, Verunr. d. Gew. S. 292.
unterhalb „ „	70	95	554	179	152	120	16	

Die Abwässer der nach dem Sulfitverfahren arbeitenden Cellulose-(Papier-)Fabriken enthalten Kaliumsulfit.

Zusammensetzung der Kochlaugen von Sulfit-Cellulosefabriken nach A. Frank.

mg in 1 l

Kalk	7 400	Phosphorsäure	50
Schwefelsäure	1 200	Kieselsäure	150
Schweflige Säure	14 740	Magnesia und Alkalien	400
Chlor	70	Organische Stoffe bis	600 000 (darunter bis 2 Proz. Traubenzucker)

Auch die Papier-Bleichereien liefern stark verunreinigte Abwässer.

Die Abwässer der Papierfabriken gehen namentlich in der wärmeren Jahreszeit leicht in Fäulnis über. Dann verbreiten sie einen höchst unangenehmen Geruch, der sich auch dem Flußwasser mitteilt, in

*) In dem Bachwasser gingen alle Fische zu Grunde.
**) Eine Reinigung der Fabrikabwässer fand nicht statt.

welches sie eingelassen werden. Die Flüsse bedecken sich auf weite Entfernung mit einer Schlammschicht. Die Fische sterben ab, bisweilen geschieht dies so plötzlich, daß in einem Tage der gesamte Fischbestand zu Grunde geht.

Daß derartiges Flußwasser zu Trinkwasserzwecken unbenutzbar wird, ist ebenso selbstverständlich, wie daß sich die Anlieger und Umwohner über die Papierfabriken häufig beschweren. Namentlich sind die unterhalb der Fabriken gelegenen Gemeinden oft in besonders übler Lage.

Die an Kalk gebundene schweflige Säure scheint nicht sehr giftig zu wirken; sie geht wohl auch ziemlich schnell in ungiftigen Gips über.

Die zur Reinigung der Abwässer angewandten Methoden richten sich nach der Art der verarbeiteten Materialien.

Allen Methoden gemeinsam ist die Absiebung (Filtration) der schwebenden Bestandteile in geeigneten Apparaten. Dies gelingt leichter bei den Abgangswässern der Holzpapierfabriken als bei denen, welche Stroh und Lumpen verarbeiten, weil bei ersteren viel grobflockigere Abwässer gewonnen werden als bei letzteren.

Von Filtern (Sieben) werden besonders häufig die Konstruktionen von Schuricht, Donkin und von James Brown & Co. benutzt.

Die bei der Fabrikation benutzte Natronlauge wird, mit Sägespänen gemischt, eingedampft und der trockenen Destillation unterworfen. Hierbei entsteht ein an Methan reiches Leuchtgasgemisch. Der Retortenrückstand wird stärker erhitzt und auf Natronlauge verarbeitet. Vielfach in Gebrauch, aber in ihrer Wirkung unvollkommen ist die Reinigung mit Kalk, welche nach dem Verfahren von Rothe-Röckner (S. 410) oder Müller-Nahnsen (S. 413) ausgeführt wird.

In einigen Fällen hat man die Abwässer mit Erfolg zur Berieselung benutzt.

Die Abwässer der nach dem Sulfitverfahren arbeitenden Fabriken werden nach A. Frank mit Kalk versetzt und dann mit Schornsteingasen behandelt. Hierbei geht der Kalk teils in Calciumsulfat (Gips), teils in kohlensauren Kalk über.

Die Reinigung der Abwässer durch Ausfällung mit Leim [2] scheint erfolgverheißend, ist aber erst seit kurzer Zeit bekannt, sodaß die Erfahrungen über die Brauchbarkeit dieses Verfahrens noch ausstehen.

Ueber weitere Versuche zur Reinigung der Sulfitlaugen von Cellulosefabriken vergl. Felix B. Ahrens, Zeitschr. f. angew. Chem. (1895) 41.

1) *Vergl.* **M. Schubert**, *Die Cellulosefabrikation*, 2. *Aufl.* (1897) 200 *ff.*
2) **E. Bruck**, *Chem.-Zeitg.* (1892) 1782.

9. Abwässer von Stärkefabriken.

Der größte Teil der Stärke wird aus Kartoffeln gewonnen; aber auch der Reis wird zu gleichem Zwecke vielfach benutzt, während der Weizen seltener auf Stärke verarbeitet wird. Die Abwässer der Stärkefabriken zerfallen in Waschwässer und in Fruchtwässer. Erstere entstehen beim Reinigen der Kartoffeln und enthalten die den

Früchten anhaftenden Sand- und Schmutzteile und ferner die beim Waschprozeß abfallenden Keime und Wurzeln.

Die Fruchtwässer nehmen die löslichen Teile des auf dem Reibcylinder zermahlenen, dann durch Wasser ausgewaschenen Kartoffelbreies auf. In diese Fruchtwässer gehen also über: Eiweißstoffe, etwas Stärke, ferner Salze.

Daß eine Stärkefabrik stündlich 80—100 cbm Abwässer liefert, gehört nicht zu den Seltenheiten.

Die Abwässer, deren Zusammensetzung aus der folgenden Tabelle hervorgeht, gehen leicht in stinkende Fäulnis über, welche die Anwohner hochgradig, namentlich im Sommer, belästigt. In den Fluß dürfen dieselben auf keinen Fall ungereinigt abgelassen werden, weil sie das Wasser zu Trinkwasserzwecken unbrauchbar machen, den Fischbestand gefährden und Schlammablagerungen im Flußbett und an seinen Ufern hervorrufen.

Zusammensetzung der Abwässer von Stärkefabriken[1].

mg in 1 l

Abwässer von	Organische Stoffe	Darin Stickstoff	Mineral-stoffe	Kali	Phosphor-säure	Ammoniak	Salpeter-säure	Kalk
1. Weizenstärkefabrik	—	1120	—	520	910	—	—	471
2. „	3775	1465	2168	948	804	—	—	—
3. Reisstärkefabrik	—	280	—	205	120	—	—	—
4. Kartoffelstärkefabrik	1134	140	723	212	56	37	3.8	—

Von allen bisher vorgeschlagenen Reinigungsmethoden ist die Berieselung die zweckmäßigste, falls hierfür genügend große und vermöge ihrer geognostischen Struktur geeignete Flächen zur Verfügung stehen[2] (vergl. dies. Hdbch. 2. Bd. 1. Abt. 326 ff.).

Besonders eingehend sind die Abwässerverhältnisse der größten deutschen Stärkefabrik zu Salzuflen untersucht worden[3].

Weitere Litteratur über die Abwässer von Salzuflen s. bei Ferd. Fischer, Das Wasser, 2. Aufl. (1891) 154 ff.

1) **König**, *Verunreinig. d. Gew.* 238; **Schreib**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 110.
2) **Renk**, *Arb. d. Kais. Gesd.-Amt.* 5. *Bd.*
3) **Schreib**, *Z. f. angew. Chem.* (1890) 542; *Hyg. Rdsch.* (1891) 110.

10. Abwässer von Zuckerfabriken.

Die Abwässer der Rübenzuckerfabriken stammen aus:

1) der Rübenwäsche und Schwemme. Sie enthalten Erde (Sand), Blätter und andere Teile der Rüben.

2) der Diffusion. Sie enthalten etwas Zucker.

3) der Schnitzelpresse. Sie enthalten Eiweiß, Zucker, sowie Pflanzenteile (Rübenschnitzel).

4) dem Scheideraum und der Schlammstation. Sie enthalten Zucker, Kalk und Eiweiß.

5) aus den Kohlenfiltern (jetzt nur noch selten in Gebrauch). Sie enthalten Zucker und dessen Zersetzungsprodukte, welche teils schon

in Fäulnis und Gärung übergegangen sind, teils leicht den genannten Prozessen unterliegen.

6) dem Kondenswasser. Ist ziemlich rein.

Die mittlere Zusammensetzung der Abwässer der nach dem Diffusionsverfahren arbeitenden Rübenzuckerfabriken ist nach W. Demel[1] die folgende.

Mittlere Zusammensetzung der Abwässer von Rübenzuckerfabriken nach W. Demel.

mg in 1 l

	Glühverlust (organ.)	Glührückstand (anorgan.)	Summe (organ. u. anorgan.)	Ammoniak	Oxydierbarkeit $KMnO_4$	Reaktion
Rübenwäsche: suspendiert	345	504	538			
Rübenwäsche: gelöst	16	12	28	2,4	20,0	neutral
Rübenwäsche: Summe	50	516	566			
Knochenkohlenwaschwässer: gelöst	380	2736	3116	1,8	196	sauer
Osmosewässer: gelöst	1130	427	1557	0,4	3706	basisch
Osmosewässer: suspendiert	8	58	66			
Gesamt-Abflußwässer: gelöst	21	16	37	1,5	24,5	neutral
Gesamt-Abflußwässer: Summe	29	54	104			

Nach König[2] verteilt sich die Menge der Abwässer auf die einzelnen Operationen bei Verarbeitung von 1000 Ctr. Rüben folgendermaßen:

Rübenwäsche	25	cbm
Saftgewinnung	111	„
Kondensation	511	„
Dampferzeugung	75	„
Knochenkohle	25	„
Reinigung	12,5	„
Summe	759,5	cbm Wasser

Von wenigen technischen Betrieben werden so viele Abwässer geliefert wie von den Rübenzuckerfabriken. Dieselben sind namentlich sehr reich an organischen, also fäulnisfähigen Substanzen (vergl. die obenstehende Tabelle).

Nach Bodenbender[3] erzeugt eine täglich 400 Ctr. verarbeitende Fabrik ebensoviel Abwässer wie eine Stadt von 40000 Einwohnern, welche aber so reich an organischen Substanzen (s. o.) sind wie die Abwässer einer Stadt von 50000 Einwohnern. Nach Knapp[4] nahm der Stadtgraben von Braunschweig mit den Abwässern der Zuckerfabriken in 24 Stunden im Jahre 1870 ungefähr auf: 1600 kg organische, 820 kg anorganische Substanzen und 180 kg Knochenkohle.

Vergl. auch die von Beckurts und Blasius für die Verunreinigung der Oker durch Zuckerfabriken angegebenen Werte (S. 446).

Aehnlich wie in Braunschweig die Wässer der Oker wurde in Troppau die Oppa durch die Abwässer der Zuckerfabriken derartig verunreinigt, daß die Sandfilter zur Reinigung des Flußwassers nicht mehr ausreichten. Die Brunnen, welche von dem Grundwasser gespeist wurden, lieferten ein widerlich riechendes, leicht in Fäulnis übergehendes Wasser[5].

Die Abwässer der Zuckerfabriken besitzen einen äußerst widerlichen

Geruch und sind wegen ihres großen Gehaltes an organischen Substanzen sehr geneigt, in Fäulnis überzugehen; ja die Knochenkohle-Waschwässer*) scheinen sich zumeist schon in Fäulnis zu befinden, wenn sie die Fabrik verlassen.

Zum Glück fällt die Campagne der Zuckerfabriken in die Wintermonate; anderenfalls würde sich die Gesundheitsschädlichkeit dieser Abwässer noch viel fühlbarer machen.

In früheren Jahren wurden diese Abwässer ohne oder nach unvollkommener Reinigung meist dem nächsten Flusse übergeben; sie verdarben das Wasser desselben derartig, daß es für Trinkwasserzwecke unverwendbar wurde. Namentlich trat und tritt wohl noch heute in den Flüssen nach Aufnahme der Abwässer eine reichliche Entwickelung von Schwefelwasserstoff**) auf, über dessen krankmachende, giftige Wirkung für Mensch und Tier ein Zweifel nicht besteht***).

Die Flußufer, ja auch die Schöpfräder der in der Nähe von Zuckerfabriken belegenen Mühlen überziehen sich bisweilen mit freiem Schwefel, welcher durch freiwillige Oxydation des Schwefelwasserstoffes an der Luft entstanden ist.

Die Abwässer begünstigen die Entwickelung von verschiedenen Hefearten, ihr Gehalt an Schwefel die Ansiedelung der Beggiatoa alba (Zuckeralge), welche nach Illing[5] unter Bildung von Schwefelwasserstoff zerfällt. (Vergl. auch Schreib[6].)

Bisweilen bemerkt man in derartigen Flüssen eine schwarze Schicht, welche aus Schwefeleisen besteht†).

Wie hochgradig die Verunreinigung des Flußwassers nach Aufnahme der Abwässer einer Zuckerfabrik sich gestalten kann, zeigt die von König[7] vorgenommene Untersuchung des Soestebaches:

Verunreinigung des Soestebaches durch die Abwässer der Zuckerfabrik Soeste.

mg in 1 l

	Fester Rückstand	Glühverlust des filtrierten Wassers (organ. Subst.)	Sauerstoff zur Oxydation erforderlich	Unlöslich in Salzsäure	Stickstoff	Salpetrige Säure	Kalk	Keime in 1 cbm
Abwässer der Zuckerfabrik	760	52	15	255	15	0	157	25 000
Soestebach vor Einlauf der Abwässer	369	40	4	8	8	sehr viel	140	60 000
Soestebach nach Einlauf der Abwässer	426	52	6	11	11	viel	156	144 200

*) Die Verwendung der Knochenkohle in der Zuckerindustrie hat abgenommen.

**) Der Schwefelwasserstoff entsteht durch Reduktion der in den Abwässern enthaltenen schwefelsauren Salze. Diese Reduktion ist das Werk von Mikroorganismen, welche sich in den Abwässern finden oder sich dort leicht ansiedeln. (Vergl. dagegen Schreib[6].)

***) Vergl. Eulenberg Gewerbehygiene, (1876) 503, der einen besonders eklatanten Fall von Schwefelwasserstoffvergiftung durch die Abwässer einer Zuckerfabrik im Regierungsbezirk Merseburg mitteilt.

†) König (Verunr. d. Gew. 251). Das Schwefeleisen bildet sich durch die Einwirkung von H_2S auf Eisen, welches letztere gewisse chlorophyllfreie Algen (Cladothrix, Crenothrix, Beggiatoa) in ihren Zellen anhäufen (vergl. dies. Hdbch. 1. Bd. 561 ff.).

Nach Illing erkrankten bei Epidemien von Flecktyphus, Abdominaltyphus und Cholera, von denen die Stadt Troppau früher heimgesucht wurde, namentlich die an der Oppa gelegenen Stadtteile. Illing ist geneigt, diese Lokalisierung der Epidemien darauf zurückzuführen, daß sich die Abwässer der Zuckerfabriken in die Oppa ergießen.

Daß Fische in Flüssen starben, in welche sich ungereinigte Abwässer von Zuckerfabriken ergossen, ist mehrmals beobachtet worden.

Wegen der oben kurz geschilderten chemischen und antihygienischen Eigenschaften sollten Abwässer von Rübenzuckerfabriken Flußläufen nicht ungereinigt zugeführt werden, wenn das Wasser derselben als Trinkwasser benutzt wird.

Reinigung. Für die Reinigung der Abwässer von Zuckerfabriken sind eine große Reihe von Verfahren vorgeschlagen worden. Von diesen sollen hier nur die Methoden von Oppermann, Hulva, Knauer und Elsässer kurz geschildert werden, da nur über diese von unbeteiligten Sachverständigen herrührende Untersuchungen vorliegen[8].

Mit Recht erhebt Ferd. Fischer, Das Wasser, 2. Aufl. 183, gegen die Beweiskraft einiger dieser Untersuchungen schwerwiegende Bedenken.

Das Verfahren von Müller-Nahnsen (S. 413) liefert auch für Zuckerfabriken ungenügende Resultate.

Oppermann's Verfahren benutzt zur Reinigung ein Gemisch von Magnesiumkarbonat und Kalkmilch, welches sich in Kalkkarbonat und Magnesiahydrat umsetzt. Letzteres geht zum großen Teil in den Niederschlag über, da es schwer löslich ist. Da dasselbe ferner die Eiweißstoffe schwerer als Kalkhydrat zersetzt, ist der durch die genannten Fällungsmittel hervorgebrachte Niederschlag reicher an stickstoffhaltiger Substanz. Auch soll das Oppermann'sche Gemisch die Mikroorganismen abtöten. Die geklärten Abwässer sollen dem Flusse zugeführt werden können, ohne daß ein Absterben der Fische erfolgt. Eine vom preußischen Handelsminister ernannte Untersuchungskommission schätzt das Verfahren nicht besonders hoch.

Das Rothe-Röckner'sche Verfahren (S. 410) liefert auch für Zuckerfabriken nicht besonders befriedigende Resultate.

Hulva's Verfahren. Das Verfahren von Hulva zerfällt nach Ferd. Fischer in drei in der Kälte sich vollziehende Operationen, und zwar:

1) die Fällung des Abwassers mit Hilfe eines Pulvers, dessen Gewinnung und Zusammensetzung das Geheimnis des Erfinders bildet (nach Ferd. Fischer besteht dasselbe aus einem Salzgemisch von Eisen-, Thonerde- und Magnesiapräparaten, dazu Kalk mit besonders präparierter Zellfaser);

2) der Sättigung der geklärten, stark alkalischen Flüssigkeit mit Kohlensäure;

3) dem Zusatz von sehr geringen Mengen von schwefliger Säure zu der gesättigten, schwach alkalischen bis neutralen Flüssigkeit behufs besserer Konservierung derselben.

Nach einem Cirkular des Erfinders (ohne Jahresangabe) werden durch das Verfahren jährlich über 10 Millionen cbm der verschiedensten Abwässer gereinigt. Amtliche Zeugnisse beweisen, daß sich Hulva's Verfahren für Brauereien, Zucker- und Stärkefabriken, für Färbereien, Schlachthäuser, aber auch für

Krankenanstalten bewährt hat. Ob mit Hilfe desselben die gesamten Abwässer einer ganzen Stadt erfolgreich gereinigt werden, habe ich nicht ermitteln können.

Nach v. Sehlen[9] werden durch das Verfahren von Hulva auch pathogene Bakterien, z. B. Tuberkel- und Milzbrandbacillen, abgetötet. Doch fehlen in der Mitteilung v. Sehlen's Angaben über die Mengen der zugesetzten Klärstoffe, ferner darüber, in welcher Flüssigkeitsmenge die pathogenen Bakterien verteilt waren. Die durch v. Sehlen mitgeteilten Versuche machen den Eindruck von Laboratoriumsversuchen.

Verfahren von Knauer. D.R.P. No. 6211. Die Abwässer werden von groben schwebenden Stoffen in Bassins durch Absitzenlassen geklärt, dann durch die heißen Abwässer der Zuckerfabriken, ferner durch die Abgase der Feuerungen, endlich durch eingeleiteten Dampf auf ungefähr 80° erhitzt und noch heiß mit Kalkmilch und Manganchlorür versetzt. Hierbei entsteht ein reichlicher Niederschlag, von welchem die geklärten Wässer abgehoben und zur angeblichen Oxydation der organischen Substanzen Abkühlung über Gradierwerke geleitet. Die auf diese Weise gereinigten Flüssigkeiten werden in den Betrieb zurückgeführt*) oder in den Fluß gelassen. Resultate befriedigend. Das Verfahren wird jetzt, wie es scheint, nicht mehr häufig angewandt.

Verfahren von Elsässer. Dasselbe führt in seiner jetzigen Gestalt die in Absatzbassins von groben schwebenden Bestandteilen befreiten Abwässer auf Rieselfelder. Dasselbe hat sich nach dem allgemeinen Urteile ausgezeichnet bewährt. Dem Vernehmen nach sind aber die den Zuckerfabriken zur Verfügung stehenden Rieselfelder häufig nicht groß genug, sodaß die Abwässer an manchen Orten ungenügend gereinigt in die Draingräben und damit in die Flüsse gelangeu.

Früher ließ Elsässer die Abwässer in Bassins erst ausgären und schickte dann die noch im Zustande der Gärung befindlichen Abwässer auf Rieselfelder. Die oben (S. 435) genannte Untersuchungskommission erhob dagegen Einspruch, daß die gärenden Wässer auf Rieselfelder geleitet würden, weil sie in diesem Verfahren eine Gefahr für die öffentliche Gesundheit sah: wohl mit Unrecht.

Nach dem Urteile der meisten Sachverständigen hat sich kaum ein Reinigungsverfahren für die Abwässer der Zuckerfabriken besser bewährt als die Berieselung, Selbstverständlich müssen die Abwässer von groben schwebenden Bestandteilen vorher in üblicher Weise (S. 401 ff.) befreit werden und genügend geräumige Rieselfelder zur Verfügung stehen (s. dies. Hdbch. 2. Bd. 1. Abt. 326 ff.).

Vielleicht liefert das im folgenden geschilderte Verfahren der Zuckerfabrik Stöbnitz noch bessere Resultate.

Verfahren der Zuckerfabrik Stöbnitz. Die durch Absitzen vorgeklärten Abwässer werden durch Dampf auf 80° erhitzt und zwar unter Zusatz von 0,5 Proz. Kalk. Dann werden sie durch ein Gradier-

*) Dafs diese Zurückführung der gereinigten Abwässer in den Betrieb ausführbar ist, wird von der S. 435 genannten Kommission bezweifelt. Sie ist wohl auch aus hygienischen Gründen bedenklich.

werk abgekühlt und zur Berieselung benutzt. Resultate befriedigend. Der erste Teil des Berieselungsverfahrens ist dem Verfahren von Knauer (S. 436) im wesentlichen entnommen.

1) W. Demel, *vergl.* König, *Verunreinig. d. Gew.* 248.
2) König, *Verunreinig. d. Gew.* 246.
3) Bodenbender in König, *Verunreinig. d. Gew.* 246.
4) Knapp, *D. Viertelj. f. öff. Gesdpfl.* 2. *Bd.* (1870) 6 *und* 8.
5) Illing, *Hyg. Rdsch.* (1891) 372 ff.
6) Schreib, *Hyg. Rdsch.* (1892) 333.
7) König, *Verunreinig. d. Gew.* 249.
8) *Vergl. Würdigung der einzelnen Reinigungsmethoden bei* C. Rother, *D. Viertelj. f. öffent. Gesdpfl.* 21. *Bd.* (1889) 545.
9) v. Sehlen, *D. Viertelj. f. öff. Gesdpfl.* (1889) 21. *Bd.* 134.

11. Abwässer der Bierbrauereien.

Dieselben bestehen aus den Einweichwässern der Gerste, den Spülwässern der Gärbottiche und Lagerfässer.

Nach Krandauer enthielten die Abwässer der Brauerei Weihenstephan im Mittel aus 52 verschiedenen Analysen:

	mg in 1 l	
gelöste Stoffe	80 —924	nach Krandauer[1]
Chlor	0,2—407	
Kalk	11,2—161,3	
Magnesia	0,7— 87,2	
organische Stoffe	610 —808 —1180	nach Al. Müller und König[2]
Gesamt-Stickstoff	13 — 39	

Die Abwässer sind reich an Hefezellen und geben nur dort zu Klagen Veranlassung, wo sie ohne Reinigung in einen wasserarmen Fluß gelangen.

Wie stark die Verunreinigung derartiger Bäche werden kann, zeigen die Analysen (mg in 1 l) von Alex. Müller[3], welche sich auf das Sunderholz-Bachwasser beziehen. In dieses gelangen die Abwässer von gegen 50 Brauereien Dortmunds.

Sunderholz-Bach bei Dortmund	Suspendiert	Gelöst					
		Insgesamt	Organisch.	Gesamt-Stickst.	Schwefelwasserstoff	Schwefelsäure	Chlor
Am Ursprung des Baches	?	1095	133	5	—	82	162
Nach Aufnahme der Brauereiabwässer	?	1711	440	13	—	135	686

Wasserarme, durch Abwässer von Bierbrauereien verunreinigte Bäche atmen namentlich im Sommer einen scheußlichen Geruch aus.

Die Reinigung erfolgt jetzt meistens mit Hilfe von Kalk.

1) Krandauer *nach* König, *Verunreinig. d. Gew.* 232.
2) Alex. Müller *und* König, *in* König, *Verunreinig. d. Gew.* 231. *Die Angaben beziehen sich auf Abwässer von Dortmunder Brauereien.*
3) König, *Verunreinig. d. Gew.* 233.

12. Abwässer von Schlächtereien und Schlachthöfen.

Dieselben sind reich an Blut, Fett und Darminhalt. Sie führen also im hohen Maße fäulnisfähiges Material. Auch können durch dieselben die Erreger von Tierkrankheiten, namentlich Milzbrandbacillen, verbreitet werden.

Eine Reinigung dieser Abwässer in großem Maßstabe scheint bisher nicht versucht worden zu sein. Jedenfalls dürfen dieselben nur nach starker Verdünnung in öffentliche Wasserläufe, wenn dieselben selbst wasserreich sind, gelangen. Am besten werden sie durch Berieselung verwertet und unschädlich gemacht.

13. Ueber die Abwässer der Molkereien vergl. Bömer, Zeitschr. f. angew. Chemie (1896) 194.

Ueber Abwässer überhaupt, namentlich gewerbliche, siehe Gebek, Z. f. angew. Chemie (1893) 91 ff.

V. Die Selbstreinigung der Flüsse.

Selbstreinigung ist die prozentische oder absolute Verringerung an belebten oder unbelebten Körpern, welche dem Wasser durch die Abgänge des menschlichen Haushaltes zugeführt werden.

Handelt es sich nur um eine prozentische Abnahme der belebten oder unbelebten Bestandteile des Flußwassers, so möchte ich diese Art der Selbstreinigung als uneigentliche (scheinbare) bezeichnen, während man von einer eigentlichen (wirklichen) Selbstreinigung sprechen wird, wenn die Abnahme der genannten Stoffe eine absolute ist, wenn es sich also um Vernichtung dieser Stoffe handelt.

Eine eigentliche (wirkliche) Selbstreinigung ist also nur dann anzunehmen, wenn der Gehalt an den im nicht verunreinigten Flußwasser enthaltenen Stoffen, wie z. B. an Kalk und Magnesia sich nicht ändert, während andererseits eine Abnahme der organischen Substanzen und der Bakterien nachgewiesen wird, eine Abnahme, die mit der Entfernung von der Quelle der Verunreinigung zunimmt.

Der Selbstreinigung unterliegen im wesentlichen nur leicht oxydable, also meist organische Stoffe, während anorganische Stoffe, namentlich Salze von Alkalien und alkalischen Erden sich kaum mehr zu verändern vermögen.

Aber auch an die Verdunstung anorganischer Stoffe, z. B. des Ammoniaks, Schwefelwasserstoffs und Schwefelammons, ist zu denken (vergl. jedoch die S. 454 erwähnten Beobachtungen über das Mississippiwasser), und nicht völlig oxydierte Körper, wie salpetrige Säure, schweflige Säure, vermögen vielleicht in die höheren Oxydationsstufen, also in Salpetersäure und Schwefelsäure überzugehen.

Es giebt andererseits wiederum organische Stoffe, namentlich Teerfarben, welche so schwer oxydabel, wenigstens unter den hier in Betracht kommenden Verhältnissen sind, daß ihre Spuren sich in den Flüssen, also z. B. in der Wupper, meilenweit erhalten.

Die Lehre von der Selbstreinigung der Ströme scheint 1869 von Letheby in England geschaffen worden zu sein[1].

In dem genannten Jahre teilte er der Royal Commission on Water Supply mit, er sei auf Grund zahlreicher Untersuchungen an englischen Flüssen und Bächen zur Ueberzeugung gelangt, daß das durch städtische Abwässer verunreinigte Flußwasser einige Meilen unterhalb der verunreinigenden Zuflüsse seine ursprüngliche Beschaffenheit wiedererlange. Hierzu gehöre z. B. für die Abwässer der Stadt London eine ungefähr 20fache Verdünnung mit Flußwasser. Die zweite Rivers Pollution Commission schloß sich diesen Anschauungen Letheby's nicht an. Nach ihren Untersuchungen beruhe die sogenannte Selbstreinigung der englischen Ströme im wesentlichen auf Verdünnung und Sedimentierung. Die Oxydation der organischen Stoffe verlaufe im Flußwasser äußerst langsam. Jedenfalls sei keiner der englischen Ströme lang genug, um eine vollständige Selbstreinigung zu ermöglichen.

Tidy[2], einst Letheby's Assistent, bekannte sich 1880 zu des Meisters Meinung. Als Faktoren der Selbstreinigung bezeichnete er: Sedimentiernng, biologische Prozesse und Oxydation organischer Stoffe durch den Sauerstoff des Wassers und der Luft.

Wichtige Beiträge zur Lehre von der Selbstreinigung haben ferner Al. Müller[3] und Pettenkofer[4] geliefert.

1) **H. A. Roechling**, *Rivers Pollution and Rivers Purification*, *Paper read at the Annual Meeting of the Association of Municipal and County Engineers in Bury*, *on the* 22*nd day of July* 1892.
2) **Tidy**, *Jour. Chem. Society* (1880, 1. *Bd*) 37. *Bd.* 268. *Noch heute sehr lesenswert.*
3) **Al. Müller**, *Landw. Versuchsstationen* 16. *Bd.* (1873) 263, 32. *Bd.* (1885) 285.
4) **Pettenkofer**, *D. Viertelj. f. öff. Gesdpfl.* 24. *Bd.* (1892) 116.

Im folgenden sollen zunächst einige Beispiele für Selbstreinigung der Flüsse gegeben werden.

Beispiele für Selbstreinigung der Flüsse.

a) Deutsche Flüsse.

1. Oder[1].

Hulva scheint der erste gewesen zu sein, der an einem deutschen Flusse methodische Untersuchungen über Selbstreinigung anstellte.

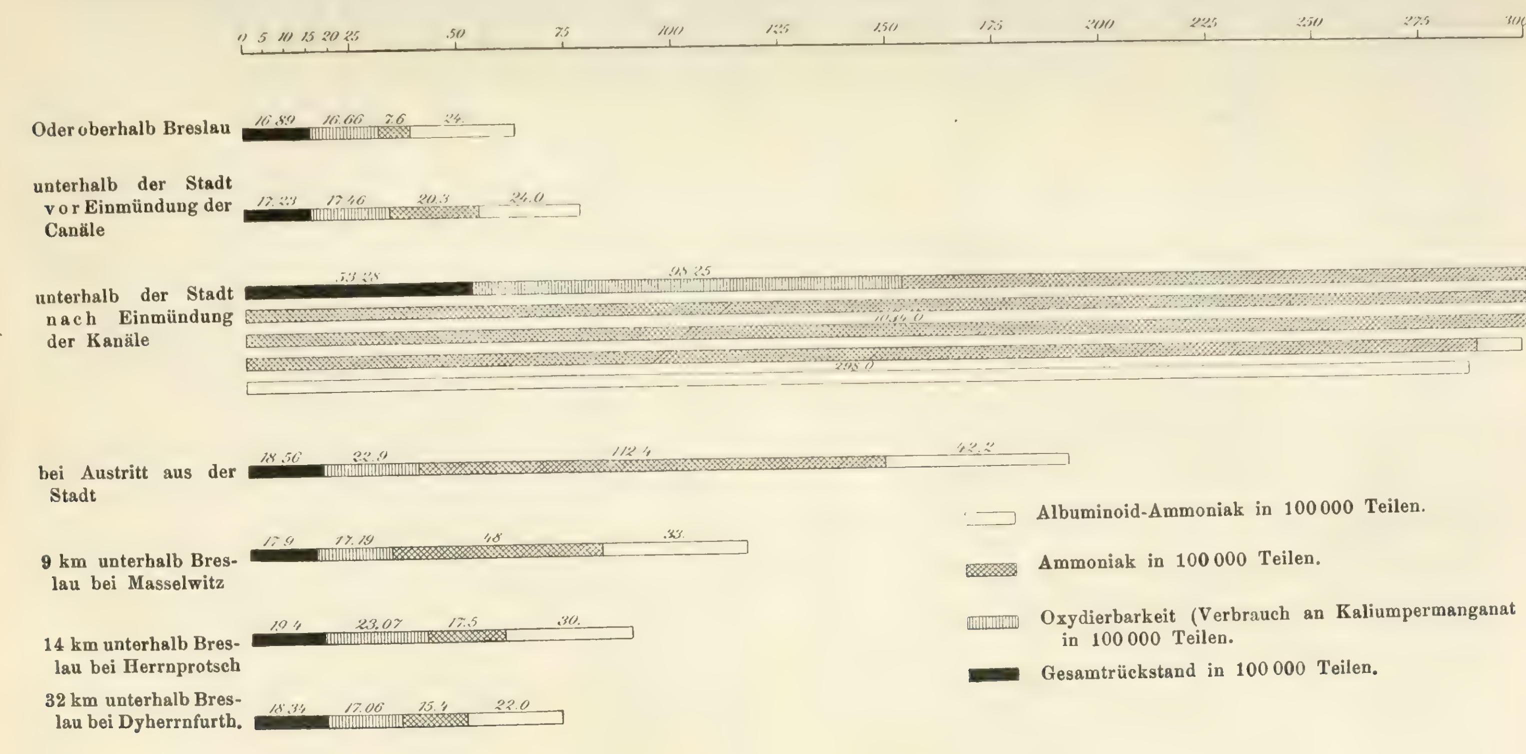
Nach seinen, in der vorbakteriologischen Zeit angestellten Ermittelungen ist, wie aus umstehendem Diagramm (S. 440) hervorgeht, die Selbstreinigung der durch die Abwässer von Breslau verunreinigten Oder ungefähr 32 km unterhalb dieser Stadt im Jahre 1884 bereits vollendet.

Bekanntlich entwässert Breslau nicht mehr in die Oder. Dies ist der Grund, weshalb neue Untersuchungen über die Selbstreinigung der Oder bei Breslau nicht veröffentlicht worden sind. Die Untersuchungen Hulva's haben also nur historischen Wert.

1) **Hulva**, *Centrbl. f. allg. Ges.* 1. *Ergänzgsbd.* (1885) 89.

2. Isar.

Besonders eingehend wurde auf Pettenkofer's Veranlassung durch Prausnitz[1] für die Isar die Frage studiert, welchen Einfluß der Einlaß der Münchener Abwässer auf den Reinlichkeitszustand und auf die Selbstreinigung dieses Flusses ausübt. Auf Grund zahlreicher Versuche, deren einen die auf Seite 441 abgedruckte Tabelle 1



Tafel 2. Selbstreinigung der Oder nach Hulva.

wiedergiebt, wurde nachgewiesen, daß die Isar durch den Einlaß der Münchener Abwässer zwar zunächst empfindlich verunreinigt wird, daß der Fluß diese Verunreinigungen aber bereits in der Nähe von Freising, also 30 km unterhalb München durch Selbstreinigung bewältigt hat.

Die untenstehende Tabelle 2 zeigt, daß die Zusammensetzung des Isarwassers bei Freising zu den verschiedenen Tageszeiten ungefähr die gleiche ist. Dieser Nachweis war zur Entkräftung des Einwandes nötig, daß die günstige Beschaffenheit des bei Freising geschöpften Isarwassers sich daraus erkläre, daß dieses Wasser München zur Nachtzeit passiert habe, wo dasselbe einer Verunreinigung natürlich kaum ausgesetzt gewesen war.

1) **Prausnitz**, *Der Einfluſs der Münchener Kanalisation auf die Isar mit besonderer Berücksichtigung der Frage der Selbstreinigung der Flüsse, Hygienische Tagesfragen* (1890) *Heft* 9. *Dort weitere Litteratur.*

Fortsetzung des Textes S. 444.

Tabelle 1 und 2.

1) Isarwasser zwischen München und Freising nach Prausnitz.

Trocknes Wetter.

Datum	Stunde	Entnahmestelle	Entfernung von München km	pro Sekunde Geschwindigkeit	pro Sekunde Kubikmeter	Verbrauch an Chamaeleon-Lösung	Milligramm pro Liter Chlor	Milligramm pro Liter Rückstand	Milligramm pro Liter Ammoniak	Salpetrige Säure	Bakterien pro ccm
1889											
12. I.	2 Uhr	Isar oberhalb München	—	1,48 m	35,57	3,02	3,3	208,8	0	0	134
13. I.	8,30	Hinter der Bogenhauser Brücke	1,0	—	—	12,64	4,38	250,4	0	0	10 420
13. I.	9,30	Hinter der Einmündung des Eisbaches	3,1	—	—	10,64	5,1	260,0	0	Spur	14 850
13. I.	11,30	Ismanning	13,0	—	—	10,99	4,5	256,8	Spur	0	9 396
13. I.	2,00	Ersching	22,0	—	—	5,66	4,5	252,4	0	0	4 863
13. I.	3,30	Freising	30,0	—	—	5,82	3,9	—	0	0	3 221

2) Isarwasser bei Freising unterhalb München zu verschiedenen Tageszeiten nach Prausnitz.

Datum	Stunde	Entnahmestelle	Entfernung von München km	Geschwindigkeit	Kubikmeter	Verbrauch an Chamaeleon-Lösung	Chlor	Rückstand	Ammoniak	Salpetrige Säure	Bakterien pro ccm
1889											
9. III.	8 Uhr früh	Freising				9,6	gering	258	nachweisbar	Spuren*)	
9. III.	2 „ nachm.	Freising				9,5	gering	252	nachweisbar	Spuren*)	
9. III.	6 „ abds.	Freising				10,1	gering	252	nachweisbar	Spuren*)	

*) Salpetersäure ist nachweisbar.

Tabelle I.

Bakterienzahl im Rheinwasser bei Köln zwischen Marienburg und Volmerswerth nach Knublauch und Stutzer.

Entnahmestelle: Entfernung von Marienburg:	Marienburg 0 km			Mülheim 8 km			Stammheim-Niehl 11 km			Wiesdorf-Merkenich 17 km		
	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Anzahl der Untersuchungen	53	53	53	22	22	22	7	8	8	29	30	30
Durchschnittszahl (April bis Novbr. 1892)	4786	4299	4080	30 432	3323	3926	22 264	3544	2866	12 460	4323	3782

Entnahmestelle: Entfernung von: Marienburg:	Rheindorf 19,5 km			Langel 22 km			Zons 34 km			Volmerswerth 49 km		
	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Anzahl der Untersuchungen	12	12	12	24	24	23	10	10	10	19	19	19
Durchschnittszahl (April bis Novbr. 1892)	9979	3783	25 342	9595	4250	7506	5120	3535	3290	7689	6889	6618

Tabelle II.

Bakterienzahl im Rheinwasser bei Köln zwischen Marienburg und Volmerswerth.

(Die Bakterienzahl bei Marienburg = 100 gesetzt.)

Entnahmestelle: Entfernung von Marienburg:	Marienburg 0 km			Mülheim 8 km			Stammheim-Niehl 11 km			Wiesdorf-Merkenich 17 km		
	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Anzahl der Untersuchungen	—	—	—	22	22	22	7	8	8	29	30	30
Durchschnittszahl (April bis Novbr. 1892)	100	100	100	1295	197	175	615	162	136	418	215	182

Entnahmestelle: Entfernung von: Marienburg:	Rheindorf 19,5 km			Langel 22 km			Zons 34 km			Volmerswerth 49 km		
	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Anzahl der Untersuchungen	12	12	12	24	24	23	10	10	10	19	19	19
Durchschnittszahl (April bis Novbr. 1892)	315	198	1265	354	214	283	186	174	251	122	125	143

3. Rhein.

Wie Stutzer und Knublauch[1] nachwiesen (vgl. Tab. S. 442 und 443), war die Selbstreinigung des durch die Abwässer der Stadt Köln i. J. 1892 stark verunreinigten Rheines bereits 3 km unterhalb Köln (hinter Mühlheim) nachweisbar, da hier die Bakterienzahl am linken Ufer, woher dem Strom die meisten Verunreinigungen zufließen, bereits auf die Hälfte gefallen war. 9 km abwärts Köln (bei Wiesdorf) betrug die Bakterienzahl kaum noch 1/3 derjenigen, welche der Rhein beim Verlassen des Gebietes von Köln führte. Am rechten Rheinufer nimmt die Zahl der Bakterien unterhalb Köln im großen und ganzen langsamer ab, da die auf der rechten Seite einmündende Wupper einen verzögernden Einfluß auf die Selbstreinigung ausübt. Sie führt dem Strome große Mengen schmutziger, aus den Industriebezirken von Elberfeld und Barmen stammender Abwässer zu. Aber 25 km unterhalb des Einflusses der Wupper (bei Rheindorf) ist auch dieser schädigende Einfluß fast vollkommen wieder überwunden.

Chemische Untersuchungen über die Selbstreinigung des Rheins scheinen bisher nicht vorzuliegen.

Zwei Analysen über die Zusammensetzung des Rheinwassers oberhalb und unterhalb Kölns sind im folgenden mitgeteilt.

Analysen des Rheinwassers bei Köln nach Knublauch[2].

Rheinwasser 20./VII. 88; in 100 000 Teilen:

	oberhalb Köln gegenüber dem W.W.-Bahnhof	unterhalb Köln
Rückstand	19,867	22,000
Härte	6,3 deutsche Grade	6,4 deutsche Grade
Chlor	1,050	1,100
Chlornatrium	1,733	1,815
Salpetersäure	0,112	0,261
Organ. Substanzen	5,200	5,557
Ammoniak	0	0
Salpetrige Säure	Spur	Spur

1) **Stutzer** u. **Knublauch**, *Centrbl. f. allgem. Gesdpfl.* 1893. — **Steuernagel**, *Gesd.-Ing.* (1893) *No.* 15.

2) *Köln*, *Festschr. f. d. Mitgl. der* 61. *Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte* (1888) 183.

4. Donau[1].

Ueber die Verunreinigung der Donau und des Donaukanals durch die Abwässer Wiens, sowie über die Zusammensetzung des Donauwassers unterhalb Wiens sind wir durch die Untersuchungen[1] Heider's genau unterrichtet.

Die Donau führt im Mittel 1600 cbm Wasser in der Sekunde, und zwar mit einer Geschwindigkeit von 1,178—2,106 m, bei Wien vorüber. Von diesen fließen 1400 cbm in der großen Donau, 200 cbm in dem Donaukanal. Der letztere ist 13,8 km lang, das entsprechende Stück der Donau 16,84 km. In den Donaukanal ergießen mehr als 120 Kanäle ihren Inhalt, ferner mündet der gleichfalls durch die Abwässer Wiens verunreinigte Wienfluß in denselben. Die Abwässer Wiens sind viel konzentrirter, als dies bei anderen Städten der Fall

Donauwasser zwischen Nußdorf (oberhalb-) und Hainburg (38,9 km unterhalb Wiens).

mg in 1 l.

Entnahmestelle	Entfernung von Nufsdorf km	Fester Rückstand	Chlor	Ammoniak	Oxydierbarkeit	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Bakterien in 1 ccm	
Donau oberhalb Wiens (bei Nufsdorf)									
Nufsdorf	0	146,4 – 214,2	2,3—4,97	0—0,15	11,43—4,79	0	Spuren	486—3375	Mittelzahlen
Nufsdorf	0	(162,6)*	3,64	0	5,05	0			am 22. Okt. 1891
Wasser im Donaukanal									
			r** / l	r / l	r / l	r / l			
Sophienbrücke	8,1	(173)	14,20 / 8,17	6,5 / 2,75	30,64 / 14,80	1,0 / 0,35			am 22. Okt. 1891
Staatsbahnbrücke	11,7	(184,5)	12,43 / 8,52	6,0 / 3,25	28,68 / 15,32	0,87 / 0,27			” ” ” ”
Donauuferbahnbrücke	15,6	[(177,7)]***	11,36 / 10,36	4,75 / 3,50	17,60 / 14,34	0,15 / 0,15		[r: 23 133—120 340]*** [l: 20933—95 340]	” ” ” ”
Donauwasser unterhalb Wiens.									
Nufsdorf	0	206,1 α	2,84	0	5,65			486 γ	am 8. Okt. 1891
Donau-Uferbahn	15,6	220,9 α	5,33	1,4	11,45			r γ 120 540, l 95 340	
Mannswörth	4,0	406,1 β		0,15	7,42				
Fischamend	12,4	281,1 β			13,87			r γ 12 925, l 2 165	
Croatisch Haslau	19,2		4,26 δ	r**** δ 0, l 0	r**** δ 9,75, l 9,60				
Hainburg	38,9	203,7 α	3,71	0	5,81			r γ 4 295, l 4 133	

* Die (eingeklammerten) Werte für den festen Rückstand wurden am 16. Mai 1891 ermittelt. **r = rechtes, l = linkes Ufer. *** Die in [eckiger Klammer] befindlichen Zahlen sind die Extreme einer grofsen Zahl von Versuchen aus mehreren Jahreszeiten und Jahren. **** am 24. Juni 1891. α am 8. Oktober 1891, β am 5. April 1893 beim Ziegelwasser, γ am 29. September 1891, δ am 2. März 1892.

ist, weil in Wien die Schwemmkanalisation vorläufig noch nicht überall zur Durchführung gelangte. Die gesamten Abwässer Wiens werden durch das Wasser des Donaukanals ungefähr um das 32fache bei Niedrigwasser, um das 126fache bei Hochwasser verdünnt. Hierzu kommt eine weitere 7fache Verdünnung durch das Wasser der Donau, so daß die Abwässer Wiens insgesamt auf das 224—882fache verdünnt werden.

Wie die Tabelle auf S. 445 zeigt, besitzt das Donauwasser ungefähr 40 km unterhalb Wien beinahe wieder seine ursprüngliche Zusammensetzung (vergl. jedoch S. 456). Hierzu sind je nach der Strömungs-Geschwindigkeit — siehe oben — 5 bis 9 Stunden erforderlich.

1) **Heider**, *Das Oesterreichische Sanitätswesen* (1893) *Beilage zu No.* 31 (3. *August*).

5. Oker[1].

Die Oker besitzt zwischen Wolfenbüttel und Braunschweig einen vielfach gewundenen, künstlich noch nicht korrigierten Lauf. Das Flußwasser, welches in seinem oberen Laufe, namentlich in den Quellenbächen am Harze, die Kennzeichen eines reinen Trinkwassers aufweist, wird in der Nähe der Städte Wolfenbüttel und Braunschweig durch die städtischen Abwässer, in besonderem Maße aber auch durch die Abwässer der Zuckerfabriken verunreinigt. Die Höhe der Verunreinigung, namentlich durch letztere, hat, wie die folgende Tabelle zeigt, mit den Jahren erheblich zugenommen.

Verunreinigung der Oker durch die Abwässer der Zuckerfabriken.

Jahr	Rüben verarbeitet Centner	Mit den Rübenabwässern gelangten in die Oker oder deren Nebenflüsse organische Substanzen in Centnern.	Hinzugeflossene Okerwasser in cbm während der Campagne (Oktbr.—Dezbr.)	Verdünnung = 1 cbm Okerwasser : 1 Centn. Organische Substanz
1860/61	261 000	2 088		?
1870/71	1 525 000	12 200		?
1880/81	4 986 060	39 888		?
1890/91	6 503 050	52 024	56 366 410	1078
1891/92	5 115 390	40 920	50 460 383	1200
189[illegible]/94	6 976 980	55 816	68 493 963	1246

Vor dem Jahre 1880 genügte die Verdünnung durch das Okerwasser, um aus diesem durch Filtrationen brauchbares Trinkwasser herzustellen. Seit diesem Jahre entstanden aber neue Zuckerfabriken oder die alten wurden vergrößert. Da versagten die städtischen Filter, weil die Verdünnung durch das Okerwasser eine zu geringe war.

Trotz dieser starken Verunreinigung findet, wie die Tabelle auf S. 447 beweist, eine Selbstreinigung der Oker statt.

Die Tabelle auf S. 447 zeigt, wie die Oker im Verlaufe einer Strecke von 56 km ihren Gehalt an Ammoniak, salpetriger Säure und Schwefelwasserstoff allmählich verliert, wie die Menge des Chlors, der organischen Substanzen und die Zahl der Keime*) abnimmt. Stickstoffbestimmungen scheinen nicht angestellt zu sein.

*) Geringe Verschlechterungen des Okerwassers, welche in der Tabelle auf S. 447, z. B. zwischen k und n auftreten, entsprechen den zufliessenden Abwässern und den am Flusse liegenden Ortschaften.

Selbstreinigung der Oker zwischen Braunschweig und Münden (Mündung der Oker in die Aller) am 15. Mai 1892.

	Probe-entnahme	Milligramme in 1 l					Kolonien in 1 ccm	Entfernung in Kilometern
		Ammoniak	Salpetrige Säure	Chlor	Organische Substanz	Schwefelwasserstoff		
a	Dicht unterhalb Braunschweigs	wenig	reichlich	74,5	145,3	vorhanden	9160	
b	Weiter abwärts	viel	—	81,6	110,6	vorhanden	3430	a—b = 3 km
c	„	viel		81,7	94,8	vorhanden	1940	b—c = 3 „
d	„	viel		78,1	71,1	vorhanden	2670	c—d = 3 „
e	„	wenig	reichlich	76,3	71,1		1200	d—e = 3 „
f	„	Spuren	wenig	74,0	66,4		200	e—f = 3 „
g	„	Spuren	ziemlich reichlich	72,5	63,2		1200	f—g = 3 „
h	„	Spuren	ziemlich reichlich	78,1	63,2		3930	g—h = 3 „
i	„	sehr geringe Spuren	ziemlich reichlich	88,25	57,2		1120	h—i = 3 „
k	„	—	—	76,4	79,0		490	i—k = 3 „
l	„	—	—	77,0	79,0		460	k—l = 3 „
m	„	—	—	81,0	76,0		640	l—m = 3 „
n	„	—	—	83,0	71,0		460	m—n = 3 „
o	„	—	—	74,0	66,0		690	n—o = 3 „
p	„	—	—	54,0	63,0		720	o—p = 3 „
q	„	—	—	49,0	61,5		1220	p—q = 3 „
r	„	—	—	53,0	58,5		660	q—r = 3 „
s	Vor Einmündung in die Aller	—	—	58,0	58,5		180	r—s = 3 „

Daß diese Selbstreinigung im wesentlichen auf Verdünnung beruht, ergiebt sich aus der unten mitgeteilten Tabelle und den Angaben über die Unmöglichkeit, aus dem Okerwasser brauchbares Trinkwasser bei zu geringer Verdünnung der Abwässer zu erzielen.

Sie geht ferner aus den folgenden Analysen des Okerwassers bei Hoch- und Niedrigwasser hervor.

Zusammensetzung des Okerwassers bei Hoch- und bei Niedrigwasser.

Okerwasser-Entnahmestelle	in 100 000 Teilen				Keime in 1 ccm
	Ammoniak	Salpetrige Säure	Chlor	Organ. Substanz	
a) bei Hochwasser (Zuflufs: 6,86 Sekunden-Kubikmeter)					
Oberhalb Braunschweigs	0	0	3,55	6,3	3640
Unterhalb Braunschweigs	0	0	4,31	6,46	7560
b) bei Niedrigwasser (Zuflufs: 2,05 Sekunden-Kubikmeter)					
Oberhalb Braunschweigs	0	0	4,060	3,760	2610
Unterhalb Braunschweigs	reichliche Mengen	Spuren	8,342	14,378	1 306 800

Wie weit an dieser Selbstreinigung die stickstoffhaltigen Bestandteile teilnehmen und wie weit die Sedimentierung in Betracht kommt, scheint nicht untersucht worden zu sein.

Ueber den Einfluß von Licht, Temperatur und Luftsauerstoff auf die Selbstreinigung der Oker s. S. 453 ff.

1) R. Blasius und H. Beckurts, *Verunreinigung und Reinigung der Flüsse nach Untersuchungen des Wassers der Oker*, *D. Vjsch. f. öff. Gesd.* 27. *Bd.* (1895) 337.

6. Pregel.

Nach den Untersuchungen von Dräer[1] ist im Pregelwasser ungefähr 7—8 km unterhalb Königsberg (bei Holstein) eine Abnahme der Verunreinigung, gemessen durch die Zahl der entwickelungsfähigen Kolonien, nachzuweisen (vergl. untenstehende Tabelle). Aber diese schon nach so überraschend kurzem Laufe beginnende „Selbstreinigung“ wird von Dräer wohl mit vollem Recht auf die Verdünnung des keimreichen Pregelwassers mit dem keimarmen Haffwasser (vergl. S. 451) zurückgeführt[1].

Keimgehalt*) in 1 ccm Pregelwasser oberhalb und unterhalb Königbergs am 8. Juni und 27. Sept. 1894.

Bei	km von Mägdeloch	am 27. Sept. 1894	am 8. Juni 1894
Oberhalb Königsbergs			
Mägdeloch	0	130	115
Palmburg	3.3	540	165
Steifzagel	3,5	260	145
Mühlenhof	7.4	26 000	185
Lithauer Baum	7,5	104 700	140
Innerhalb Königsbergs			
Holzbrücke	8.5	115 300	14 000
Hohebrücke	8.8	64 500	1 170
Schmiedebrücke	9 1	150 600	42 000
Köttelbrücke	9,1	146 000	15 950
Grüne Brücke	9.5	125 000	18 700
Krämerbrücke	9,5	138 200	29 800
Eisenbahnbrücke	10,0	121 800	24 400
Unterhalb Königsbergs			
Kosse	12,2	108 200	210 000
Dammkrug	16.25	136 500	420 000
Holstein	17.3	24 500	8 050
Tonne 12 } im Frischen	19.2	5 050	2 950
Tonne 11 } Haff	19,2	605	—

1) Draer, *Pregelwasser oberhalb, innerhalb . . . Königsberg*, *Z. f. Hyg.* 20. *Bd.* (1895) 323.

7. Main.

Der Main entledigt sich, nach Moser[1], der ihm durch die Abwässer der Stadt Würzburg zugeführten Unreinlichkeiten schon 16 km unterhalb Würzburgs, wie folgende Tabelle angiebt.

*) Alle Proben wurden der Strommitte entnommen. Etwaige Ungenauigkeiten, welche durch Nichtberücksichtigung der Verschiedenheiten im „Profil“ (s. S. 462) entstanden, sind wohl durch die grofse Zahl der Einzeluntersuchungen (21) ausgeglichen.

Ort der Entnahme	Verbrauchte Gramm KMO_4 auf 1 l Wasser
Oberhalb Würzburgs	0,085
Unterhalb Würzburgs nach Einmündung der Siele	0,235
16 km unterhalb Würzburgs	0,117

Ob die Zahl der von Moser angestellten Versuche zur Aufstellung dieser Behauptung ausreicht, vermag ich nicht festzustellen, da mir die Originalarbeit nicht zugänglich ist. Vergl. auch die Arbeit von Rosenberg[2].

1) **Moser**, *Ueber die organischen Substanzen des Mainwassers bei Würzburg, Dis. inaug. Würzburg* 1887. *Citiert von* **Praussnitz**, *Der Einfluſs der Münchener Kanalisation auf die Isar, München* 1890, 76.
2) **Rosenberg**, *Arch. f. Hyg.* 5. *Bd.* (1886) 446.

8. Elbe.

Ueber die Selbstreinigung der Elbe vergl. die Angaben von Niedner[1].

1) **Niedner**, *D. Vjschj. f. öff. Gesd.* 24. *Bd.* (1892) 122.

9. Ill.

Ueber die Selbstreinignng der Ill vergl. Amthor und Zink[1].

1) **Amthor** *und* **Zink**, *Hyg. Rdsch.* (1895) 200, 1076.

b) Nicht deutsche Flüsse.

1. Seine[1].

In die Seine ergossen sich im Jahre 1885 täglich ungefähr 260—300000 cbm Abwässer der Stadt Paris. Der hierdurch hochgradig verschmutzte Fluß, welcher damals 48 cbm Wasser in der Sekunde bei Paris vorüberführte, nimmt, wie das Diagramm auf S. 450 zeigt, bei Mantes, ungefähr 110 km unterhalb Paris, wieder seine frühere Beschaffenheit an. Auch hier erfolgt die Selbstreinigung wohl im wesentlichen durch Verdünnung. So mündet vor Poissy die Oise in die Seine ein. (Vergl. auch S. 392, Verschmutzung, und S. 388 [Blachstein]).

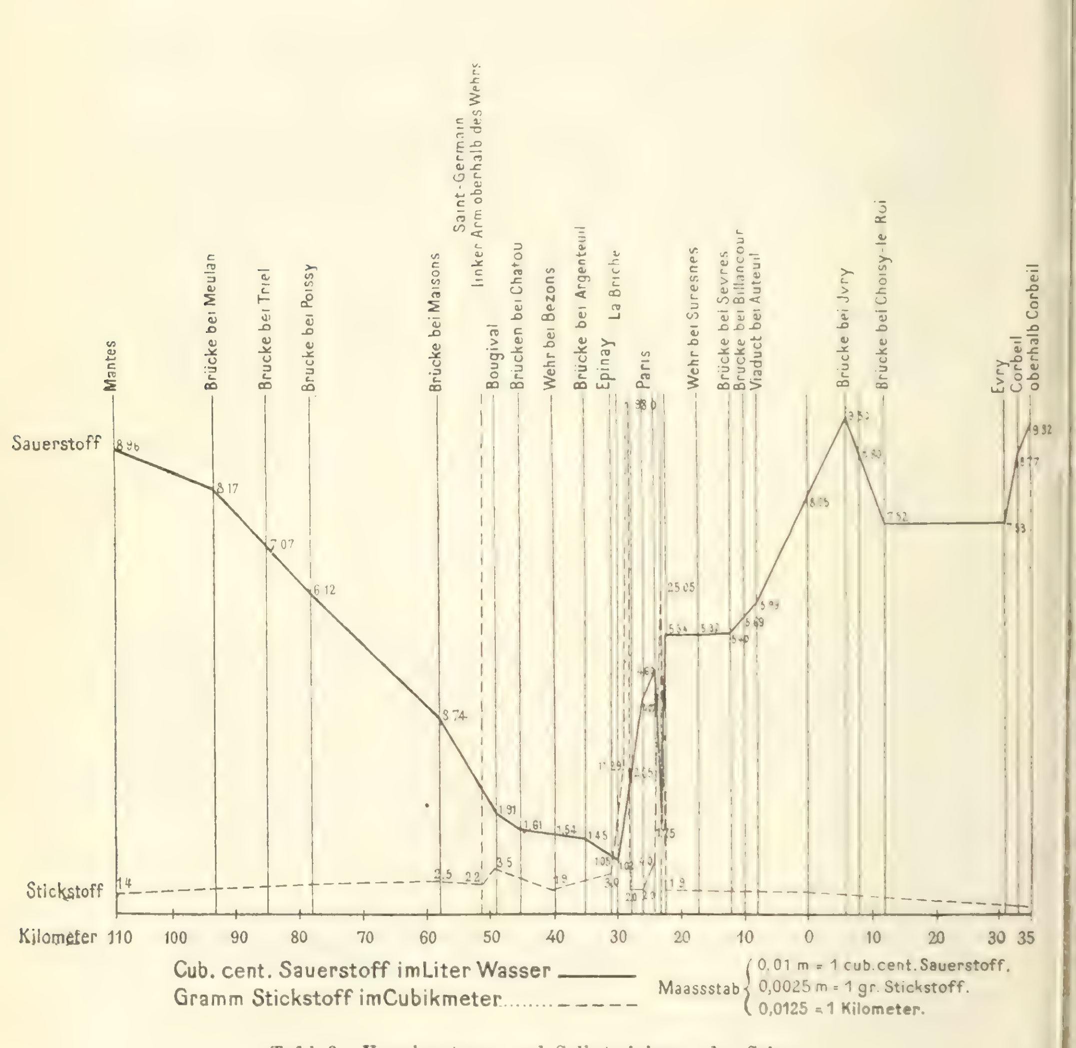
Eine neuere Untersuchung[2] über das Seinewasser zwischen Corbeil und Rouen beschäftigt sich gleichfalls mit der Selbstreinigung dieses Stromes, giebt aber die Resultate nur in einer größeren Zahl von Kurven wieder, während über Art und Zahl der chemischen und bakteriologischen Untersuchungen alle Angaben fehlen.

1) *Vergl.* **Praussnitz,** *Der Einfluſs der Münchener Kanalisation auf die Isar* (1880) *S.* 72.
2) **Girard et Bordas**, *La Seine de Corbeil à Rouen, Ann. d' hygiène pub.* (1893) 3. *Sér.* 30. *Bd.* 193.

2. Tiber.

Der Tiber[1] scheint 40 km unterhalb Roms, soweit die Untersuchungen von Celli und Scala einen Schluß zulassen[2], annähernd wieder die gleiche Zusammensetzung zu besitzen wie oberhalb Roms,

obgleich die Abwässer von ungefähr 400 000 Menschen sich in denselben ergießen. Jedenfalls ist die Zahl der Bakterien in der Nähe der Mündung des Tiber (bei Fiumicino) wieder beinahe die gleiche wie bei Ponte Molle, also vor Eintritt des Flusses in das Stadtgebiet.



Tafel 3. Verschmutzung und Selbstreinigung der Seine.

Tiberwasser zwischen Ponte Molle (oberhalb) und Fiumicino (unterhalb Roms) nach Celli und Scala.

180 cbm Wasser bei Niedrigwasser in 1 Sek. Strömungsgeschw. 0,78—1,86 m in 1 Sek.
In 100000 Teilen:

Entnahmestelle	Entfernung von Ponte Molle km	Rückstand	Ammoniak	Organische Stoffe	Stickstoff, organisch	Kohlenstoff, organisch	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Chlor	Bakterien in 1 ccm
Ponte Molle oberhalb Roms	0	60	0	0,1	0,0879	0,3202	0,1965	Spuren	9,6	260—8000
Ponte Ripetta	4,0	?	?	?	?	?	?	?	?	775—11600
Ponte Palatino	7,8	?	?	?	?	?	?	?	?	2225—∞
Ponte San Paolo	13,4	?	?	?	?	?	?	?	?	9100—36600
Magliana	19,76	67,34	0,004	0,180	0,1950	0,0840	0,199	0,001	9,07	38930—45800
Fiumicino	44,96	?	0	?	0,0452	0,2287	0,1998	0	?	572—7800

1) **Celli** *und* **Scala**, *Sull' acque del Tevere, Studio dal punto di vista dell' igiene, Roma* 1890.
2) *Vergl. die Kritik von* **G. Frank**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 134.

3. Limmat (S. 392).

c. Nordamerikanische Flüsse.

Ueber die Selbstreinigung des Blackstone River, des Merrimack River, welche beide in Massachusetts fließen, vergl. den lesenswerten Aufsatz von Stearns[1].

Ueber die Selbstreinigung des Croton Aquaeduct, welcher New York mit Trinkwasser versorgt, handelt Currier[2].

1) **Stearns** *in State Board of Health of Massachusetts, Examinations of Water Supplies and Inland Waters, Part I* 784 (1890).
2) **Currier**, *The American Journal of Medical Sciences, Decbr.* 1890; *D. Viertelj. f. öff. Gesd.* 21. *Bd.* (1891) 609.

Anhang.

Selbstreinigung des Meeres.

Wiederholt ist, z. B. von Sanfelice[1], de Giaxa[2], Russel[3], Marcantonio[4], Cassedebat[5], namentlich aber von B. Fischer[6] (Kiel) und von Bassenge[6], festgestellt worden, daß der Keimgehalt des hohen Meeres ein sehr geringer zu sein pflegt. Derselbe betrug in den Untersuchungen von B. Fischer und von Bassenge, wenn die Entnahmestelle sich mindestens 5,5 km vom Lande befand:

a) im Ocean meist unter 500 Keimen in 1 cbm,

b) in Binnenmeeren meist unter 500, nur selten höher als 1000.

Dagegen war die Zahl der Keime in der Nähe des Landes, namentlich in denjenigen Häfen, in welche sich die Abwässer der Hafenstadt und der Schiffsbevölkerung ergießen, gewöhnlich ein bedeutend höherer. Da nun ein Meerwasser mit geringem Keimgehalte auch bei der äußeren Besichtigung und bei der chemischen

Untersuchung den Eindruck eines durch menschliche Abfälle nicht verunreinigten, also im Sinne der Hygiene reinen Meerwassers hervorrief, wird — nach B. Fischer — ein Meerwasser, das an der Oberfläche bedeutend mehr als 500 Keime in 1 ccm enthält, im Sinne der Hygiene als verunreinigt anzusehen sein.

Das Meerwasser ist in den großen und bevölkerten Häfen von Palermo, Neapel, Oran und Kiel meist ein überaus verunreinigtes und die Keimzahl eine dementsprechend hohe. Dieselbe nimmt aber auf dem Wege vom Innenhafen nach dem Außenhafen, wie die folgende Tabelle zeigt, sehr schnell ab.

1. Oran[5].

	Innenhafen, Abstand vom Siel		Vorhafen
	0 m	5—70 m	
Keime im ccm	unzählbar wegen schneller Verflüssigung der Platten	540—1420 (Ebbe)	300 (selten 500—1000)

2. Neapel[1,2,3].

	50 m vor der Einmündung des Siels Chiatamone in den Hafen	von der Küste entfernt		
		1 km	2 km	3 km
Keime im ccm	bis zu 1 Million und darüber	280	180	80

3. Palermo[6].

	Abstand vom innersten Winkel des Hafens			
	10 m (vom Ufer)	150 m	550 m	750 m
Keimzahl im Durchschnitt	218 891	209 970	10 592	2 863

4. Kiel[6].

Die hinter den Entnahmestellen stehenden (eingeklammerten) Zahlen verweisen auf die betreffenden Seiten der Arbeit von B. Fischer.

Entnahmestelle	Innenhafen (S. 89)	Aufsenhafen (S. 95 u. 97)	Aufsenföhrde (S. 110)
Meter vom Lande	91 m	240—700 m	1000 m
Keime im ccm	3110 (Min.) — 23 319 (Mittel) — 62 200 (Max.)	140 (Min.) — 730 (Max.)	270 (Min.) — 2000 (Max.)

Aus diesen Zahlen wird man schließen müssen, und die Resultate der chemischen Untersuchung sprechen, soweit dieselben vorliegen, in gleichem Sinne, daß sich im Meerwasser unter geeigneten Bedingungen eine schnelle und ausgiebige Selbstreinigung vollzieht. Dieselbe dürfte wohl auf Verdünnung beruhen (S. 460).

1) **Sanfelice**, *Ricerche batteriologiche delle acque del mare in vicinanza dello sboco delle fognature ed in lontananza da queste, Estratto dal Bollettino della Società dei naturalisti in Napoli Anno* 3 *Fasc.* 1 (1889).
2) **de Giaxa**, *Ueber das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser, Z. f. H.* 6. *Bd.* (1889) 162.
3) **Russel**, *Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien, Z. f. H.* 11. *Bd.* (1891) 165. *Berücksichtigt namentlich den Einfluſs der Meerestiefe auf den Bakteriengehalt.*
4) **Marcantonio**, *Ricerche batteriolog. dell' acqua del Golfo di Napoli, Giorn. internaz. di science med. Napoli* 13. *Bd.* 539. *Referat in Baumgarten's Jahrb.* (1891) 7. *Jahrg.* 564.
5) **Cassedebat**, *De l'action de l'eau de mer sur les microbes, Ann. d' hygiène* (1894).
6) **B. Fischer** (*Kiel*), *Unters. über die Verunreinigung des Kieler Hafens, Z. f. H. u. I.* 23. *Bd.* (1896) 1. **Bassenge** *bei B. Fischer a. a. O.* **Alessi** *bei B. Fischer a. a. O.*

Die Faktoren der Selbstreinigung.

Folgenden Faktoren wird ein Einfluß auf die Selbstreinigung der Flüsse zugeschrieben:

1) dem Licht,
2) der Temperatur,
3) der Bewegung (Erschütterung) des Wassers,
4) dem Zutritte des Sauerstoffs (Grad der Lüftung),
5) der Thätigkeit lebender Zellen (Bakterien, grüne Algen),
6) der Länge des Flußlaufes,
7) der Sedimentierung,
8) der Verdünnung.

Diese Faktoren lassen sich in zwei Gruppen teilen, je nachdem sie eine eigentliche oder eine uneigentliche Selbstreinigung hervorbringen. (Vergl. S. 438.)

Die eigentliche Selbstreinigung führt zum absoluten Verlust von Bestandteilen des Wassers, die uneigentliche nur zu einem relativen.

a) Faktoren der eigentlichen Selbstreinigung.

1. Licht.

Die bereits durch ältere Versuche von Downes, Blunt und Pansini bewiesene keimtötende Kraft des Lichtes für Bakterien ist nach Buchner's[1] eingehenden Versuchen auch für die Verminderung der Bakterienzahl im Wasser, wie sie uns bei der Selbstreinigung der Flüsse entgegentritt, von besonderer Bedeutung. Er überzeugte sich unter anderem, daß das diffuse Tageslicht noch bis etwa 2 m Tiefe keimtötend wirke, wenn das Wasser ziemlich klar war.

Nach Dieudonné sind die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen die wirksamsten bei Abtötung der Bakterien durch das Licht[2].

Nach Blasius[3] und Beckurts wird die Selbstreinigung der Oker durch eine Eisdecke verhindert, weil diese den Zutritt des Sauerstoffes erschwert. Auf Grund der S. 454 mitgeteilten Thatsachen dürfte eher die Abschwächung des Lichtes hier eine wesentliche Rolle spielen.

Auch bei der Selbstreinigung des Meeres (S. 451) wird das Licht — namentlich in den Tropen — eine Rolle spielen.

1) **Buchner**, *C. f. Bakt.* 11. *Bd.* (1892) 781; *Arch. f. Hyg.* 17. *Bd.* (1893) 179.
2) **Dieudonné**, *Arb. Kais. Gesd.-Amt* 9 *Bd.* (1894) 405. *Hier viele Litteraturangaben.*
3) **Blasius** *und* **Beckurts**, *D. Viertelj. f. öff. Gesd.* 27 *Bd.* (1895).

2. Temperatur.

Im Sommer pflegt der Keimgehalt der Flüsse größer als im Winter zu sein. Ferner ist durch viele Versuche, z. B. durch die von Prudden[1], Bordoni-Uffreduzzi[2], C. Fraenkel[3], Karlinski[4], Abel[5], Uffelmann[6], Montefusco[7], Percy Frankland[8], Prausnitz[9] nachgewiesen, daß die in unseren Breiten in Betracht kommenden niederen Temperaturen auf die Bakterien, namentlich auch auf pathogene, allmählich abtötend wirken. Wenn also die Bakterien bei der Selbstreinigung beteiligt sind, würde durch die Kälte die Selbstreinigung verlangsamt werden können. (Vergl. S. 453 [Oker].)

1) **Prudden**, *Medical Record* (1887).
2) **Bordoni-Uffreduzzi**, *Ctrbl. f. Bakt.* 2 *Bd.* (1887) 489.
3) **C. Fraenkel**, *Z. f. Hyg.* 1 *Bd.* (1886) 302.
4) **Karlinski**, *Arch. f. Hyg.* 9. *Bd.* (1889) 123.
5) **Abel**, *vergl. dies. Hdbch.* 1 *Bd.* (1896) 688.
6) **Uffelmann**, *Berl. klin. Wochenschr.* (1893) 158.
7) **Montefusco**, *Ctrbl. f. Bakt.* 14 *Bd.* 767 [*Ref.*].
8) **P. Frankland**, *Microorganisms in Water*, 253.
9) **Prausnitz**, *Hygien. Tagesfragen*, 9. *Heft* 67 *ff*.

3. Erschütterung und Lüftung des Wassers.

Die bei Gegenwart von Luft erfolgende Bewegung (Erschütterung) des Wassers — und nur diese kommt für das uns an dieser Stelle interessierende Problem in Betracht — könnte mechanische und chemische Wirkungen auf das Wasser äußern.

Die mechanischen Wirkungen bestehen in einer Reibung der Wasserteilchen und der im Wasser enthaltenen suspendierten Körper aneinander. Die chemischen Wirkungen könnten durch den beim Schütteln erleichterten Sauerstoffzutritt erfolgen.

Emmerich[1] glaubte Milzbrandbacillen nach 2-stündigem Schütteln mit Isarwasser ihrer pathogenen, aber nicht ihrer vegetativen Eigenschaften beraubt zu haben. Diese Versuche sind durch Uffelmann[2] nicht bestätigt worden.

Nach Schmidt[3] werden aber die Bakterien nur bei sehr starkem und anhaltendem Schütteln in ihren Lebenseigenschaften beeinträchtigt. Bedenkt man jedoch, daß das Gefälle der Flüsse kaum jemals oder nur ganz vorübergehend, z. B. in Wasserfällen, ein so starkes ist, wie in den Laboratoriumsversuchen, so wird man Schmidt darin beipflichten müssen, daß die Erschütterung der Bakterien bei dem Zustandekommen der Selbstreinigung kaum eine Rolle spielt.

Daß die chemischen Eigenschaften eines Wassers bei längerem Schütteln mit Luft sich nicht oder nur sehr langsam ändern, namentlich daß nur eine sehr allmähliche Abnahme der oxydablen Stoffe hierbei stattfindet, ist durch viele Untersuchungen, z. B. von M. Frankland[7], Emich[4] und Th. Weyl[5], bewiesen worden.

Nach Albert R. Leeds[6] besitzt sogar das Mississippi-Wasser, wie die folgende Tabelle ergiebt, oberhalb und unterhalb der Niagarafälle, wohl des gigantischsten Gradierwerkes der Welt, die gleiche Zusammensetzung.

Mississippiwasser oberhalb und unterhalb der Niagarafälle.

In 100 000 Teilen.

	oberhalb	unterhalb
	der Niagarafälle	
Freies Ammoniak	0,0056	0,0059
Albuminoid-Ammoniak	0,0110	0,0109
Sauerstoffverbrauch aus Uebermangans. Kalium	0,2260	0,2260

1) **Emmerich**, *D. Viertelj. f. öff. Gesd.* 15. *Bd.* (1883) 607.
2) **Uffelmann**, *Hdbch. d. Hyg.* 432.
3) **Schmidt**, *Arch. f. Hyg.* 13. *Bd.* 2, 7.
4) **Emich**, *Monatsh. f. Chem.* 6. *Bd.* (1885) 79, 86. *Vergl. auch Reinigung und Entwässerung Berlins, I. Anhang* (1871).
5) **Th. Weyl**, *bisher nicht veröffentlicht.*
6) **Albert R. Leeds**, *Journ. of the American Chemical Soc. New-York* (1890) *November, citirt nach* **Stearns** *in Examinations by the State Board of Health of the Water Supplies and Inland Waters of Massachusetts* 1887—1890, *Part I* (1890) 799 (*Anmk.*)
7) **M. Frankland**, *Compt. Rend. de l'Acad. des sciences* 70 *Bd.* (1870) 1054.

4. Geschwindigkeit des Wassers und Länge des Flußlaufes[1].

Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, ist für den Eintritt der Selbstreinigung eine gewisse Länge des Weges erforderlich. Dieselbe schwankt*) innerhalb 110 km (Seine) und 30 km (Isar).

No.	Fluſs bei Stadt	Geschwindigkeit Meter in 1 Sekd.	Selbstreinigung vollendet		Selbstreinigung nicht vollendet	
			nach km.	nach Std.	nach km.	nach Std.
1	Donau bei Wien	1,6			40	7
		2,6	?40	?7		4
2	Limmat bei Zürich	0,49	10,5	6	—	—
		1,49			10,5	2
3	Isar bei München	1,05	30	8		
4	Rhein bei Köln	1,03	41	11		
5	Oder bei Breslau	0,6	32	15		
6	Seine bei Paris	0,3—0,5	110	20—100		
7	Oker bei Braunschweig (Verunreinigung durch Abwässer d. Zuckerfabriken)	0,178	42	66		

Auch wird berichtet, daß die meisten englischen Flüsse deshalb keine Selbstreinigung zeigen, weil sie zu kurz sind[2].

Es liegt nahe, den früheren oder späteren Eintritt der Selbstreinigung mit der Geschwindigkeit der Strömung in Beziehung zu setzen. Denn es läßt sich annehmen, daß die biologischen, zur Selbstreinigung führenden Prozesse in langsam fließendem Wasser bessere Gelegenheit sich zu entfalten finden werden als im schnell fließenden.

*) Spree und Main haben keine Berücksichtigung gefunden. Bei ersterer stört ein neuer Faktor — die Havelseen, welche die Selbstreinigung begünstigen — die vorliegende Betrachtung. Für den Main sind die experimentellen Ermittelungen noch nicht zahlreich genug. (Vergl. S. 448.)

1) *Die Angaben über Flufsgeschwindigkeit und Eintritt der Reinigung sind entnommen:*
für die Donau: **Heider**, *Oesterr. Sanitätswesen* 1893 *No.* 31 (*Beilage*) *und* **Jurisch**, *Verunrein. d. Gewässer* (1890) 73;
für die Isar: **Prausnitz**, *Hyg. Tagesfragen* 9. *Heft* (1890);
„ „ *Limmat:* **Schlatter**, *Z. f. Hyg.* 9. *Bd.* (1890) 56;
„ „ *Oder:* **Hulva**, *Centbl. f. allg. Gesdpflg.* 1. *Erg. Bd.* (1885);
„ „ *Seine:* **Prausnitz**, *Hygien. Tagesfragen* 9. *Heft*, 82;
„ „ *Oker:* **Blasius** *und* **Beckurts**, *D. Viertelj. f. allgem. Gesd.* 27. *Bd.* (1885) 337, *ferner* **Jurisch**, *Verunreinig. d. Gewässer* (1890) 66;
für den Rhein: **Steuernagel**, *Gesd.-Ing.* 1893 *No.* 15;
2) **G. Merkel**, *in: Die Einleitung der Fäkalien Münchens in die Isar, Protokoll d. Sitz. d. erweitert. Obermedizinalausschusses* (1892) 12.

Eine Berechtigung für diese Voraussetzung läßt sich aus den für Donau und Limmat (S. 392) ermittelten Werten ableiten. Die Donau mit ihrer großen Geschwindigkeit von mindestens 1,6 m hat ihre Selbstreinigung noch nach 40 km nicht mit Sicherheit vollendet. Bei der Limmat tritt die Selbstreinigung bereits nach einem Lauf von 10,5 km ein, wenn die Strömungsgeschwindigkeit eine geringe, nämlich 0,49, ist; bei großer Geschwindigkeit (1,49) wird dieses Ziel aber nicht erreicht.

Selbstverständlich bedeutet dieses Funktionsverhältnis zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Eintritt der Selbstreinigung kein allgemein giltiges Gesetz und zwar schon deshalb nicht, weil die Zahl der vorliegenden Untersuchungen zur Ableitung eines solchen Gesetzes zur Zeit nicht ausreichen. Immerhin aber ist es aus den mitgeteilten Thatsachen zu schließen erlaubt, daß ein schnell fließender Strom zwar die in ihn gelangenden Unreinlichkeiten schnell von dem Orte der Verunreinigung entfernt, daß er aber diese Unreinlichkeiten den stromabwärts liegenden Städten in weniger „entgiftetem" Zustande zuführt als ein langsam fließender Strom. Wer also der selbstreinigenden Kraft eines reißenden Stromes vertraut, ist ein Egoist, der die Unreinlichkeiten vor seiner eigenen Thüre beseitigt, dieselben aber entfernter Wohnenden zusendet.

5. Beteiligung niederer Organismen*).

Die Theorie der Beteiligung niederer Organismen an der Selbstreinigung der Flüsse ist von Al. Müller[1] durch eingehende Versuche begründet und gestützt worden. Auch Emich[2] hat wichtige Beiträge zu derselben geliefert. An seine Arbeit schließen sich die Untersuchungen der Münchener Forscher an, welche zu dem Bannkreise Pettenkofers gehören.

Nachdem schon frühere Versuche von A. Meyer, E. Laurent und von Klebs ergeben hatten, daß organische Substanzen von Algen assimiliert werden könnten, wiesen Löw[3], Bokorny[4], Pfeiffer[5] und Eisenlohr[5] nach, daß zur Ernährung der niederen Pflanzen, nämlich von Bakterien, Diatomeen auch von Beggiatoa gerade diejenigen organischen Stoffe von Bedeutung wären, welche durch den Tierkörper gebildet und mit Harn und Faeces ausgeschieden würden. Zu diesen Stoffen gehören Tyrosin, Asparaginsäure, Leucin, Glykokoll,

*) Hierher gehörten wohl auch die keimtötenden Eigenschaften des Flufswassers, welche Hankin (Hyg. Rdsch. 1896, 815 und Ann. Pasteur 1896) zu studieren begann.

Kreatin und Harnstoff, vorausgesetzt, daß dieselben in geeigneter Konzentration den Pflanzenzellen dargeboten würden.

Aus diesen Gründen hat Pettenkofer[6] den pflanzlichen Wasserbewohnern, namentlich den Algen, Bakterien und Diatomeen eine bedeutende Rolle bei der Selbstreinigung der Flüsse zugeteilt.

Geringere Bedeutung als die bisher genannten Autoren annahmen, besitzen nach Schenk[7] die grünen Algen für die Selbstreinigung der Ströme, da sich dieselben in der Nähe von Köln und Bonn im Rheine nur in geringen Mengen finden. Dagegen mißt er der Lebensthätigkeit der Bakterien, namentlich von Beggiatoa alba und von Cladothrix dichotoma, eine sehr große Wichtigkeit bei, weil diese sich in größter Menge allerorten im Strome finden. Uebrigens wäre daran zu denken, daß die Selbstreinigung der Ströme nicht immer durch die gleichen Organismen zu erfolgen braucht. Für die Isar könnten die grünen Algen eine größere Bedeutung besitzen, als z. B. für den Rhein.

Nach Stearns[8] sind bei der Zerstörung der organischen Substanzen des Wassers auch Anabaena und Synedra beteiligt.

Die vorstehend erwähnten Arbeiten berichten, soweit sie sich mit der Beteiligung niederer Organismen an der Selbstreinigung beschäftigen, im wesentlichen über Laboratoriumsversuche. So fand Bekorny[4], daß 10 g Spirogyra nach 10 Tagen 168 mg Glyzerin zersetzen, in einem zweiten Versuche nach 5 Tagen 66,4 mg. Da nun das Kanalwasser von Köln 1200 mg organische Substanzen im Liter enthält, müßten 70 g Spirogyren 10 Tage einwirken, um diese zu assimilieren. Dabei ist zu bedenken, daß im Kanalwasser Stoffe sich finden, welche viel schwerer assimilierbar, bez. oxydierbar als Glyzerin sind. Diese Versuche sind daher nur mit großer Vorsicht zu Schlüssen über die Geschehnisse im fließenden Wasser zu benutzen.

Fällt es doch nicht allzu leicht, sich vorzustellen, wie die niederen Organismen im schnell fließenden Flußwasser Zeit zur Zerstörung der organischen Wassersubstanzen finden sollen. Wenn auch die Möglichkeit eines solchen Vorganges nicht in Abrede gestellt werden kann, so wird derselbe doch eher in stagnierenden Teichen und in Flüssen mit geringem Gefälle glaubhaft erscheinen.

1) **Al. Müller**, *Landw. Versstat.* 16. *Bd.* (1873) 263, 32. *Bd.* (1885) 285.
2) **Emich**, *Monatshefte f. Chem.* 6. *Bd.* (1885) 77.
3) **O. Löw**, *Arch. f. Hyg.* 12. *Bd.* (1891) 261; *vergl. auch Journ. f. prakt. Chem.* 36. *Bd.* 291.
4) **Bokorny**, *Arch. f. Hyg.* 14. *Bd.* (1892) 202, 20. *Bd.* (1894) 181, *Chem.-Ztg.* 1893 *No.* 2.
5) **Pfeiffer** *und* **Eisenlohr**, *Arch. f. Hyg.* 14. *Bd.* (1892) 190.
6) **v. Pettenkofer**, *D. Viertelj. f. öff. Gesdpfl.* 24. *Bd.* (1892) 116, *Arch. f. Hyg.* 12 *Bd.* (1891) 269.
7) **H. Schenk**, *Ctrbl. f. allg. Gesdpfl.* 12. *Bd.* (1893) 364 *ff.*
8) **Stearns**, *Water supplies and inland waters of Massachusetts* 1887—1890, 1. *Bd.* (1890) 802.

b) Faktoren der uneigentlichen Selbstreinigung.

6. Sedimentierung.

Der Sedimentierung, d. h. dem Absinken der im Flusse schwebenden Bestandteile, wird von einigen Autoren ein bedeutender Einfluß auf das Zustandekommen der Selbstreinigung zugesprochen.

Quantitativ scheint die Selbstreinigung durch Sedimentierung zuerst von der englischen Flußverunreinigungs-Kommission studiert zu sein. Die für die Flüsse Irwell, Mersey und Darwen erhaltenen Werte sind in der nachfolgenden Tabelle[1] vereinigt.

Reinigung der Flüsse Irwell, Mercy und Darwen durch das Niederfallen der suspendierten Stoffe[1].

Probe stammt	Von den suspendierten Stoffen fielen nieder in Prozenten			Aus 100 000 Teilen Wasser setzten sich ab
	anorganische Stoffe	organische Stoffe	insgesamt	
Aus dem Irwell nach einem Lauf von 11 englischen (= 17,6 deutschen) Meilen am 12. März 1868.	47.8	50.0	48,6	1,36
Aus dem Irwell nach einem Lauf von 11 englischen (= 17,6 deutschen) Meilen am 11. Juni 1869.	14.3	30.9	22,7	1,22
Aus dem Mersey nach einem Lauf von 13 englischen (= 20,8 deutschen) Meilen am 12. März 1869.	10,6	13.3	12,0	0.14
Aus dem Darwen nach einem Lauf von 13 englischen (= 20,8 deutschen) Meilen am 10. März 1869.	30,3	79.8	55,1	1,96

Aehnliche Verhältnisse gelten nach Frank[2] für die Havel bei ihrem Durchtritt durch die Havelseen und nach Schlatter[3] für die Limmat im Zürichersee, nach B. Fischer[14] für die Selbstreinigung des Meeres (S. 451).

Auch die Selbstreinigung der Isar unterhalb München scheint Prausnitz[4] im wesentlichen auf Sedimentierung zurückführen zu wollen. Percy Frankland[5] sieht sogar in der Sedimentierung „The main cause of any self purification".

Ein Absinken der in einem Flusse schwebenden Bestandteile vollzieht sich an solchen Stellen, wo die Strömungsgeschwindigkeit sich verringert, also bei jeder Verbreiterung des Flußbettes, namentlich aber innerhalb seeartiger Ausbreitungen, die vom Flusse durchströmt werden.

Hierdurch wird es begreiflich, daß breite Flüsse und Landseen im allgemeinen ein durchsichtigeres, reineres Wasser zeigen, als enge Flußbetten.

Experimentelle Untersuchungen auf diesem Gebiete liegen nur wenige vor.

P. Frankland[6] und Krüger[7] überzeugten sich, daß die Bakterien durch niedersinkende Schwebestoffe, z. B. Coaks, Holzasche, Holzkohle, Ziegelmehl, Eisenschwamm, Kieselguhr und Ton allmählich mit in die Tiefe gerissen werden.

Nach van t' Hoff[8] befindet sich die Maass vor Rotterdam in der Uebergangszeit zwischen Ebbe und Flut in völliger Ruhe, so daß die Bakterien Zeit haben, sich zu senken. Das Maasswasser enthält während dieser Zeit 50 % weniger Bakterien als vorher, oder nachher.

Recht anschaulich sind die von Percy Frankland[9] ermittelten Resultate, welche sich mit der Abnahme der Keimzahl des Themse-

wassers bei seinem Verweilen in den Klärbassins gewisser Londoner Wasserwerke beziehen.

1) Themsewasser der West Middlesex Wasserwerke (3. Oktober 1892).

a) Themsewasser vor der Sedimentierung	1437	Kolonien	in	1 ccm
b) „ nach dem Verweilen („einige Tage") im ersten Absatzbassin	318	„	„	1 „
c) „ nach dem Verweilen im zweiten Absatzbassin	177	„	„	1 „

2) Wasser des New River, Gemisch von Themsewasser, Quellen- und Tiefbrunnenwasser (27. August 1892).

a) Wasser in der Sedimentierung	677	Kolonien	in	1 ccm
b) „ nach dem Verweilen (mehrere Tage") im ersten Absatzbassin	560	„	„	1 „
c) „ nach dem Verweilen im zweiten Absatzbassin	183	„	„	1 „

Daß der durch freiwillige Sedimentierung entstandene Niederschlag, den man gewöhnlich als Flußschlamm bezeichnet, sehr reich an organischer Substanz, also in hohem Grade fäulnisfähig ist, ergiebt sich wiederum aus den Feststellungen der bereits genannten englischen Kommission[10].

Zusammensetzung des Schlammes englischer Flüsse[10].

	Schlamm aus dem		
	Irk	Irwell in Peel Park	Medlock in Dawson Street
Organische Stoffe	6.63	8,25	5.30
Anorganische „	25,98	19.40	19 96
Wasser	67,39	72 35	74.73

In dem Flußschlamm der Spree und der Schwentine (Kiel) finden sich nach den Untersuchungen Davids[11] noch bis zu 10 m Tiefe lebende Bakterien.

Lortet[12] isolierte aus dem aus einer Tiefe von 40 bis 50 m geschöpften Schlamme des Genfer Sees bei Morges die folgenden Mikroorganismen: Staphylococcus pyogenes aureus, Bacillus tetani, Bacterium coli commune, Bacillus typhi (?) und vielleicht auch den Bacillus der Tuberculose. Die Staphylokokken waren sicher virulent. Betreffs der übrigen Kulturen fehlen die Angaben.

Ferner ermittelte Wernicke[13], daß sich Cholerabakterien in einem Aquarium, in welchem neben verschiedenen Wasserpflanzen ein Zwergstichling, zwei Ellritzen, 8 verschiedene Schnecken, ferner zwei Wasserspinnen lebten, und dessen Boden etwa 6 cm hoch mit Pflanzenerde bedeckt war, drei Monate lang lebend und virulent erhielten.

Aus den über die Sedimentierung des Flußwassers bisher vorliegenden Ermittelungen folgt unzweideutig,

daß diejenigen Bestandteile des unreinen Flußwassers, welche am meisten gefürchtet werden, nämlich die Bakterien, durch die Sedimentierung nicht oder nur teilweise vernichtet, in ihren Lebenseigenschaften aber kaum geschwächt werden.

1) *Reinigung und Entwässerung Berlins, I. Anhang* (1871) 39.
2) **Frank**, *Z. f. Hyg.* 3. *Bd.* (1888) 355.
3) **Schlatter**, *Z. f. Hyg.* 9. *Bd.* (1890) 56.
4) **Prausnitz**, *Hygien. Tagesfragen*, 9. *Heft.*
5) **Percy Frankland**, *Report. internat. hyg. congress* (*London*) 7. *Heft* (1891) 170.
6) **Percy Frankland**, *Journ. of the Society of chem. industry* (1885) 4. *Vol. No.* 12.
7) **Krüger**, *Z. f. Hyg.* 7. *Bd.* (1889) 86.
8) **van t' Hoff**, *Ctrbl. f. Bakt.* 18. *Bd.* 1. *Abt. No.* 9 *und* 10.
9) **Percy Frankland**, *Ctrbl. f. Bakt.* 13. *Bd.* (1893) 122.
10) *Reinigung und Entwässerung Berlins, I. Anhang* (1871) 40
11) **Davids**, *Arch. f. Hyg.* 24. *Bd.* (1895) 231.
12) **Lortet**, *Ctrbl. f. Bakt.* 9. *Bd.* (1891) 709; *Verhdg. d.* 10. *internat. med. Kongr.* (*Berlin*) 5. *Bd.* (1891) 14. *Heft* 142.
13) **Wernicke**, *Hyg. Rdsch* (1895) 736.
14) **B. Fischer**, *Z. f. Hyg.* 23 *Bd.* (1897).

7. Die Verdünnung.

Daß man durch geeignete Verdünnung aus einem stark verunreinigten Flußwasser ein solches herstellen kann, welches durch die bakteriologische und chemische Analyse kaum von dem reinen Wasser desselben Flusses zu unterscheiden ist, liegt auf der Hand.

So wird denn auch folgende, von Heider[1] herrührende Tabelle keine Ueberraschung hervorrufen, welche zeigt, wie geringe Mengen gelöster Stoffe aus dem Donauwasser 40 km unterhalb Wiens zu entfernen sind, damit dasselbe die gleiche Zusammensetzung, wie oberhalb Wiens besitzt.

Welche Mengen gelöster Stoffe sind aus dem Wasser der Donau unterhalb Wiens zu entfernen, damit dasselbe die gleiche Zusammensetzung erhält, wie oberhalb Wien?

Milligramm im Liter.

Datum	1891			1892				1893		20. Mai 1893			
	24./VI	8./X	22./X.	2./III	25./III	23./IX.	28./IX.	22./XII	5./IV.	8h früh	12h mittg.	4h nachm.	8h abds.
Wasserstand *) in cm	+40 + 5	—93 —114	—105 —134	+56 +20	—15 —56	—10 —14	—13 —24	—48 —88	+45 — 4		+85 +50		
Oxydierbarkeit	0,1	0,73	1,37	0 26	0 69	0 85	0,53	1,62	0,61	0,05	0.24	0,22	0,37
Chlor	0.13	0 31	0,9	0.08	0 27	0.22	0.21	0,48	0 03	0,07	0.20	0 20	0,17
Ammoniak	0,16	0,17	0,52	0,03	0.19	0,31	0,14	0,30	0.09	0,04	0,10	0.07	0.07
Gesamtrückstand	0 48	1.85	—	-		—	4,2	0,63	0,65	—	—	—	—

*) Oben: Ferdinandbrücke; unten: Reichsbrücke.

Aehnlich liegen die Verhältnisse nach Steuernagel[3] für den Rhein bei Köln.

Die Kanalwässer von Köln enthalten im Liter höchstens 2000 mg an suspendierten gelösten Bestandteilen (mit 1200 mg organischen), entsprechend $^1/_{500}$ der Kanalwassermenge. Hiernach beträgt das Mengenverhältnis der im Kanalwasser enthaltenen festen Stoffe zum Wasser des Rheins $= \frac{1}{1960} \cdot \frac{1}{500} = \frac{1}{980\,000}$, wenn $\frac{1}{1960}$ das Verdünnungsverhältnis der Abwässer durch das Rheinwasser ist. (Vergl. die unten stehende Tabelle und die Art ihrer Berechnung.)

Berechnet man nun, in welchem Umfange die Zusammensetzung des Rheinwassers durch die Abwässer der Stadt Köln verändert wird, so ergiebt sich folgendes:

Nach Knublauch[4] enthält das Rheinwasser oberhalb Kölns etwa 20 Teile fester Stoffe (davon 5 organische) auf 100 000 Teile. Das Verhältnis der festen Stoffe zum Wasser beträgt also hier $\frac{20}{100\,000} = \frac{1}{5000}$.

Dasselbe würde aber durch Einleitung der Kanalwässer auf $\frac{1}{5000} + \frac{1}{980\,000} = \frac{1}{4975}$ erniedrigt werden. Diese Differenz, welche der Erhöhung der festen Bestandtheile im Rheinwasser nach Einleitung der Abwässer von Köln ausdrückt, ist mithin eine so geringe, daß die chemische Analyse kaum mehr nachweisbare Verschiedenheiten zwischen der Zusammensetzung des Rheinwassers oberhalb und eine Strecke unterhalb Kölns ergeben dürfte.

Hiernach ist die Verdünnung eines der mächtigsten Mittel zur Herbeiführung der Selbstreinigung durch Verdünnung. Inwieweit dieselbe in einigen eingehender untersuchten Fällen von Selbstreinigung mitwirkt, ergiebt sich aus der folgenden Tabelle.

No.	Abwässer der Stadt	gehen in Flufs (gingen in Flufs)	E	A cbm	q cbm	$V = \frac{q}{A}$	Selbstreinigung erfolgt nach km
1	Köln	Rhein	250 000	0,4	783	1960	41
2	Wien	Donau	812 000	1,3	1411	1090	40(?)
3	Rom	Tiber	400 000	0,64	180	280	45
4	München *)	Isar	345 000	0,5	42	84	30
5	Breslau	(Oder)	335 000	0,5	20	40	32(?
6	Paris	Seine	2 000 000	3,2	45	14	110

*) Nach Prausnitz (Hygien. Tagesfragen, 9. Heft 37) soll München pro Kopf und Tag 251 Lit. Abwasser in minimo bei 270 000 Einwohnern liefern. Dann ist

$$A = 0{,}0000029 \text{ cbm} \times 270\,000 = 0{,}78 \text{ cbm}; \quad V = \frac{42}{0{,}78} = 54.$$

Die vorstehende Tabelle wurde folgendermaßen berechnet. Beträgt

nach üblicher Annahme die Abwassermenge pro Kopf und Tag 0,14 cbm, so beträgt dieselbe pro Kopf und Sekunde

$$\frac{0,14}{60 \times 60 \times 24} = \frac{0,14}{86\,400} = 0,0000016 \text{ cbm.}$$

Wird der Wert 0,0000016 mit der Zahl der Einwohner E multipliziert, so erhält man die von der ganzen Stadt pro Sekunde entleerte Abwassermenge A. Ist q die sekundliche Flußwassermenge bei Niedrigwasser, so ist $\frac{q}{A}$ das gesuchte Verdünnungsverhältnis V.

Die zur Aufstellung der Tabelle erforderlichen Werte sind entnommen: Baumeister, D. Viertelj. f. öff. Gesdpfl. 24. Bd. (1892) 467; Steuernagel, Gesd.-Ing. (1893) No. 15; Schlichting, Hdbch. d. Ingenieurw. 3. Bd., 1. Abtlg., 1. Hälfte, 3. Auflg., S. 95; Celli et Scala, Sull. acqua del Tevere, studio dal punto di vista dell' igiene, Roma 1890.

Ersichtlich ist, daß die Selbstreinigung erst nach Zurücklegung einer großen Flußstrecke erfolgt, wenn das Verdünnungsverhältnis, wie bei Paris ein geringes ist. Ob die Selbstreinigung der Oder nach Aufnahme der Abwässer von Breslau wirklich schon — trotz des geringen Verdünnungsverhältnisses — nach 40 km stattgefunden hat, dürfte nicht genügend festgestellt sein, weil Hulva[2] bei seinen aus der „vorbakteriologischen" Zeit stammenden Untersuchungen auf die im Oderwasser enthaltenen Mikroorganismen keine Rücksicht genommen hat.

Auch die Selbstreinigung der Donau 40 km unterhalb Wiens ist nach Heider[1] keineswegs eine vollständige, weil das Donauwasser in der angegebenen Entfernung unterhalb Wiens mehrfach Kotballen und Muskelfasern enthielt.

Obgleich nun die Zahl der vorliegenden Untersuchungen noch eine geringe ist, dürfte der Ausspruch keinem Widerspruche begegnen, daß die Verdünnung vollständig ausreicht, um die meisten der bisher bekannten Symptome der Selbstreinigung zu erklären.

1) **Heider**, *Das österreichische Sanitätswesen, Beilage zu No.* 31, 3. *August* 1893.
2) **Hulva**, *Ctrbl. f. allg. Gesdpflg. I. Ergbd.* (1885) 89.
3) **Steuernagel**, *Gesd.-Ing.* (1893) *No.* 15.
4) **Knublauch**, *Festschr. f. d.* 61. *Vers. d. Naturf. u. Aerzte zu Köln* (1888) 183.

Zusammenfassung.

Bei allen Urteilen über eine stattgehabte Selbstreinigung muß eine Fehlerquelle beachtet werden. Es ist nämlich die Zusammensetzung des Flußwassers in einem Profil, d. h. in einer zum Flußlauf senkrecht gelegten Ebene nicht immer die gleiche, selbst wenn man die in gleicher Wassertiefe, aber in verschiedenem Abstande von dem Ufer geschöpften Proben mit einander vergleicht. Dies gilt sowohl für die chemische als für die bakteriologische Zusammensetzung des Wassers, wie aus dem S. 463 folgenden Beispiele hervorgeht.

So fanden Precht und Spielberg[1] für die Elbe bei Magdeburg:

	Buckau		Elbe oberhalb Barby		
	links	rechts	linkes Ufer	Mitte	rechtes Ufer
Chlornatrium	221	31			
Chlorkalium	16	8			
Chlormagnesium	13	0			
Kohlensaure Magnesia	48	23			
Kohlensaurer Kalk	39	44			
Schwefelsaurer Kalk	103	39			
Kieselsäure	8	3			
Eisenoxyd und Thonerde	1	1			
Kohlensaures Natron	0	8			
Glührückstand	422	140			
Glühverlust	84	36	165	132	47
Suspendierte Stoffe			20	16	10
Oxydierbarkeit			4,9	5,2	5,4
Chlor			188	96	16
Kalk			34	38	23
Magnesia					
Bakterien			6300	1550	450

Die mit „Buckau links" bezeichnete Probe war nahe der Stelle geschöpft, an welcher die Magdeburger Wasserwerke aus der Elbe das Trinkwasser entnehmen, während die Probe "Buckau rechts" am rechten Ufer oberhalb der Abzweigung der alten Elbe geschöpft war.

Aehnliche Differenzen fanden z. B. Ohlmüller[2] (Elbe), Heider[3] (Donau), Koehn[4] (Spree).

Ein anderes, hierhergehöriges Beispiel ist durch das auf S. 391 abgedruckte Diagramm zur Anschauung gebracht, ein weiteres S. 445 (Donau) abgedruckt. Es ist ferner selbstverständlich und auch von den meisten Untersuchern (z. B. von Prausnitz[5], Heider[3], Blasius und Beckurts[6]) berücksichtigt, wie sehr die Beschaffenheit desselben Flußwassers durch Wetter und Wind, Feuchtigkeit und Trockenheit, Winter und Sommer, hohen und niederen Wasserstand, Tag und Nacht beeinflußt wird.

Es kann daher eine einmalige Untersuchung niemals über das Selbstreinigungsvermögen eines Flusses genügenden Aufschluß geben.

Beim Ueberblick über die vorstehend mitgeteilten Thatsachen dürften sich folgende Schlüsse ergeben:

1) Die Beobachtungen über Selbstreinigung der Flüsse und des Meeres (S 451) sind noch wenig zahlreich und weisen bedeutende Lücken auf. So ist z. B. für die Donau und Oker über die Größe der Sedimentierung kaum etwas bekannt. Der Einfluß der grünen Algen auf die Selbstreinigung wurde zwar oft behauptet, aber nur für die Isar liegen über diesen Faktor einige Beobachtungen vor, deren Beweiskraft für die Selbstreinigung anderer Flüsse, z. B. des Rheins, bestritten wird.

2) Die auf S. 457 angestellte Berechnung über den Einfluß der Algen auf die Selbstreinigung, mögen deren rechnerische Grundlagen

auch noch so vollkommen sein, macht es schwierig, sich die mineralisierende Kraft der lebenden Zellen so mächtig vorzustellen, daß sie für die Selbstreinigung von ausschlaggebender Bedeutung sein könnte.

Die Beteiligung niederer Organismen an der Selbstreinigung ist zur Zeit wohl nur, wie bereits S. 457 erwähnt, für langsam fließende Ströme verständlich.

3) Daß Licht und Temperatur einen meßbaren Einfluß auf die Selbstreinigung haben, ist möglich, aber bisher nicht bewiesen.

4) Daß die organischen Substanzen des Flußwassers durch den absorbierten Sauerstoff auch bei Vorhandensein eines starken Gefälles (vergl. S. 454) wesentlich verringert würden, läßt sich auf Grund der vorliegenden Beobachtungen nicht nachweisen.

5) Ueber den Kampf, den die einzelnen Bakterienarten im Flußwasser miteinander ausfechten und über den Untergang bestimmter Arten, namentlich der pathogenen, fehlt uns beinahe jedes Verständnis.

6) Sedimentierung allein oder in gemeinsamer Wirkung mit Verdünnung sind ausreichend, die meisten bisher bekannten Erscheinungen der Selbstreinigung zu erklären.

1) **Precht** u. **Spielberg** *nach Ferd. Fischer*, *Das Wasser* (1891) 137.
2) **Ohlmüller**, *Arb. Kais. Gesd.* 6. *Bd.* 319.
3) **Heider**, *Das österreichische Sanitätswesen*, *Beilage zu No.* 31, 3. *Aug.* 1893.
4) **Koehn**, *D. Viertelj. f. öff. Gesdpfl.* 25. *Bd.* (1893) 693.
5) **Prausnitz**, *Hyg. Tagesfragen*, *Heft IX* (1890).
6) **Blasius** u. **Beckurts**, *D. Viertelj. f. öff. Gesd.* 27. *Bd.* (1895) 337.

VI. Der Einlass städtischer und gewerblicher Abwässer in die Flüsse ohne vorherige Reinigung.

Der Einlaß städtischer und gewerblicher Abwässer in die Flüsse ist die bequemste und naheliegendste Methode zu ihrer Beseitigung. Sie war in den früheren Jahrhunderten beinahe (Ausnahmen siehe d. Hdbch. 2. Bd. 1. Abtlg. S. 116 [Jerusalem, Mailand, Bunzlau]) die einzig bekannte und wird bis auf die neueste Zeit geübt, obgleich die Schädigungen der öffentlichen Gesundheit durch ein verunreinigtes Flußwasser erwiesen sind (S. 379).

Daß aber trotz dieser Ueberzeugung von der Schädlichkeit verunreinigter Flüsse der Einlaß ungereinigter Abwässer gerade wieder in den letzten Jahren angesehene Vertreter findet, erklärt sich dadurch, daß die Lehre von der sogenannten Selbstreinigung der Flüsse als eine Art von wissenschaftlicher Begründung für den Einlaß der Abwässer in den Fluß sich darbot (S. 438).

Nachdem die Engländer auf Grund schmerzlicher Erfahrungen (S. 394) zu der Ueberzeugung gelangt waren, daß ihre kleinen Flüsse die Aufnahme großer Mengen städtischer und gewerblicher Abwässer nicht vertrügen, dürfte Hulva[1] der erste gewesen sein, der die Behauptung aufstellte, daß ein so bedeutender Fluß wie die Oder sich der eingeleiteten Fäkalien Breslaus schon nach einem kurzen Laufe von 32 km durch Selbstreinigung entledige.

Ihm folgte Pettenkofer[2], welcher, gestützt auf die eigene Erfahrung und auf die Arbeiten seiner Assistenten, die Einleitung der Fäkalien Münchens in die Isar befürwortete und auch durchsetzte.

Infolge des überragenden Ansehens, welches dem großen Münchener Hygieniker zukommt, wurde dann folgenden deutschen Städten die Einleitung ihrer ungereinigten Abwässer in den Fluß gestattet:

München [2] (Isar), Wetzlar [3] (Lahn), Marburg [4] (Lahn), Koblenz [3] (Rhein), Neuwied [3] (Rhein, ohne Fäkalien), Kreuznach [3] (Nahe, ohne Fäkalien), Siegen [6] (Sieg, ohne Fäkalien), Schwerin [5] (Schweriner See, vorläufig ohne Klärung), Dresden [10] (Elbe).

Die Einleitung der Abwässer von Güstrow in die Nebel ist nach Ohlmüller [9] zu gestatten, wenn Kläranlagen geschaffen werden.

Unter welchen Bedingungen können ungereinigte Abwässer dem Flusse übergeben werden?

Auf Grund der englischen Erfahrungen, welche Pettenkofer [2] als vollgiltig ansieht, kann die Einleitung ungereinigter Abwässer in den Fluß gestattet werden, wenn der Fluß eine ausreichende Selbstreinigung besitzt.

Diese Lehre ist im Abschnitt V, S. 438 ff. ausführlich entwickelt worden. Es genügt daher an dieser Stelle zu wiederholen, daß als wesentliche Faktoren der Selbstreinigung bisher nur die Verdünnung und die Sedimentierung gelten können, daß die übrigen Faktoren — wenn sie überhaupt diesen Namen verdienen — höchstens nur als unterstützende Momente in Betracht kommen.

Hieraus folgt, daß der Einlaß ungereinigter Fäkalien nur in solche Flüsse erfolgen sollte, in welchen Sedimentierung und Verdünnung die erforderliche Größe besitzen.

Maß der Sedimentierung.

Es ist bereits S. 457 erörtert worden, daß brauchbare Angaben über die Größe der Sedimentierung bei Flüssen nicht oder nur in geringer Zahl vorzuliegen scheinen. Zwar sucht Prausnitz [2] der Sedimentierung einen gewissen Einfluß auf die Selbstreinigung der Isar zuzuschreiben, und Heider [20] ist geneigt, demselben Einfluß auch für die Selbstreinigung der Donau einige Bedeutung beizumessen. Aber beide Autoren und, soviel mir bekannt, alle übrigen, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigen, können sich für ihre Schlüsse nur auf Laboratoriumsversuche berufen. In diesen ließ man eine bakterienreiche Flüssigkeit stehen und ermittelte die Zahl der Keime, welche sich nach einer gewissen Zeit in einer bestimmten Tiefe vorfanden. Hierbei ergab sich, daß die Zahl der Bakterien allmählich nach der Tiefe zu sich vergrößert. Aber in diesen Versuchen handelt es sich um ruhende, nicht wie im Flusse um bewegte Flüssigkeiten. Und daß die bei ruhenden Flüssigkeiten ermittelte Resultate auf bewegte Flüssigkeiten nicht einfach übertragen werden können, ist selbstverständlich.

Wenig umfangreicher sind unsere Kenntnisse über das Absinken der Bakterien in den Seen. Nach den S. 459 angeführten Arbeiten enthalten die tieferen Schichten des Wassers von Seen meist mehr Bakterien als die oberflächlichen; doch ist ein See nur mit einem langsam fließenden Fluß zu vergleichen, nicht mit

einem Fluß von so großer Stromgeschwindigkeit, wie z. B. Rhein. Donau und Isar.

Aber selbst wenn spätere Untersuchungen zeigen sollten, daß sich die Bakterien auch in schnell fließenden Strömen abzusenken vermögen, so ist doch schon heute erwiesen, daß die am Grunde der Flüsse und der Seen — im Schlamm — vorhandenen Bakterien nicht abgestorben, sondern lebend sind und volle Virulenz besitzen können (vergl. S. 459).

Der Flußschlamm wird aber sehr leicht an die Wasseroberfläche getragen. Dies findet nach den Versuchen von Umpfenbach[7] schon statt:

für Kies von m Durchmesser	bei einer Geschwindigkeit von m
0,026	0,942
0,052	0,150

Hiernach ist die Gefahr einer Infektion durch die im Flußschlamm enthaltenen Keime drohender, als im allgemeinen angenommen wird. Man sollte also dem Absinken der Bakterien nicht zu viel vertrauen.

Wie die in einem Käfig eingesperrten Raubtiere bei geöffnetem Gitter den Menschen gefährden, so bedrohen die pathogenen Keime des Flußschlammes unter geeigneten, bisher noch kaum bekannten Bedingungen die öffentliche Gesundheit.

Maß der Verdünnung.

Bei Urteilen über die Verdünnung der Abwässer durch das Flußwasser ist die Menge des Niedrigwassers maßgebend.

Wie sehr Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser differieren, ergiebt sich aus der folgenden Tabelle[8].

Wasserlauf	Niedrigwasser Sekd. cbm	Mittelwasser Sekd. cbm	Hochwasser Sekd. cbm	Verhältnis von Niedrig- zu Hochwasser
Loire (Nevers)	13	—	4 300	1 : 331
„ (Montjeau)	200	—	—	—
Garonne (Toulouse)	36	—	5 700	1 : 158
„ (Tarn)	87	—	12 000	1 : 138
Ems (Greven)	2	-	300	1 : 150
„ (Hanekenfähr)	6		600	1 : 100
Neckar (Heidelberg)	32.4	202.5	4 860	1 : 150
Memel (Tilsit)	89	608	4 400	1 : 50
Mosel (Cochem)	51		2 500	1 : 49
Main (Frankfurt)	70	—	3 400	1 : 48,6
Isar (München)	41.5	—	1 500	1 : 36
Rhône (Lyon)	180	—	5 200	1 : 29
„ (unterhalb d. Durance)	400	-	13 900	1 : 35
Elbe (Torgau)	90	330	1 800	1 : 20
Rhein (Kehl)	380	—	4 685	1 : 14
„ (Lauterburg)	465	—	5 010	1 : 10.8
„ (Koblenz unterhalb der Mosel)	910	1220	7 500	1 : 8,24
Oder (Steinau)	74.2	136	309.2	1 : 4,17
„ (unterhalb der Warthe-mündung	230	410	660	1 : 2,87
Donau (Wien)	1411		5 049	1 : 3.57

Ferner ist, wie die nachfolgende Tabelle [8] zeigt, der mit den Monaten und Jahreszeiten wechselnde Wassergehalt zu beachten.

Verhältnis der Wassermenge	Rhein	Weser	Elbe	Oder (Steinau)	Oder (Warthemündung)	Weichsel	Memel
1) des Winters (Novbr. bis April) zu der des Sommers wie	0 : 0,922	1 : 0,434	1 : 0,467	1 : 0.525	1 : 0.522	1 : 0 486	1 : 0.389
2) des wasserärmsten Monats zu der des wasserreichsten wie	1 : 1,458	1 : 4.0	1 : 5,238	1 : 4,5	1 : 3.68	1 : 4,19	1 : 4.51

Nach Pettenkofer's [1] Meinung kann nun die Einleitung städtischer Abwässer in den Flußlauf gestattet werden:

1) Wenn die Verdünnung der Abwässer bei Niedrigwasser mindestens eine 15—20-fache;

2) wenn die Geschwindigkeit des Flußwassers nicht geringer ist, als die Geschwindigkeit der Abwässer in den städtischen Sielen. Letztere beträgt aber nach Büsing [13] 0,5—0,7 m;

3) darf unterhalb der Einlaßstelle, und zwar bis zu dem Punkte, wo die Selbstreinigung beendet ist, keine menschliche Niederlassung sich am Flusse befinden.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist die Forderung einer 15—20-proz. Verdünnung bisher nur durch eine gröbere und daher angreifbare Empirie begründet. Sie stützt sich wohl im wesentlichen auf die Verhältnisse der Isar bei München *). (Vergl. auch die Tabelle auf S. 461, welche zeigt, wie unzureichend unsere Erfahrungen über das Verhältnis zwischen Verdünnung und Selbstreinigung sind.)

Die Rücksicht auf den zweiten Punkt, also auf die Geschwindigkeit des Flußwassers, scheint dagegen wohl gerechtfertigt. Denn wir wissen, daß notwendig Ablagerungen von Fäkalien, sogenannte Kotbänke, entstehen, wenn die Fäkalwässer in Flußläufe einmünden, welche wesentlich geringere Geschwindigkeit besitzen als sie selbst.

Mit Rücksicht auf die unter 1 und 2 aufgestellte Forderung ist z. B. widerraten worden: der Einlaß der Abwässer von Lübeck in die Wakenitz, Trave und den Stadtgraben [11], der Abwässer von Altenburg in den Stadtbach [12].

Und aus denselben Gründen wird der Einlaß städtischer Abwässer in alle Teiche und Landseen mit geringem Gefälle, mag ihre Wassermenge so groß sein, als sie wolle, zu verbieten sein. Dies gilt z. B. für die Abwässer der Stadt Schwerin [5], welche in den Schweriner See fließen.

Die dritte Bedingung ist vom hygienischen Standpunkte aus eigentlich selbstverständlich. Sie will verhindern, daß Flußwässer, in welche städtische Fäkalien einströmen, bis zu dem Punkte, an welchem die Zusammensetzung des Flußwassers wieder die gleiche wie vor dem Einlauf der Fäkalien geworden ist, zu Trinkwasserzwecken in Anspruch genommen wird.

*) Das Wasser öffentlicher Springbrunnen und die fast reinen Kondenswässer der Dampfmaschinen u. s. w. können natürlich ohne weiteres in den Flufs geleitet werden. Ueber das Oeffnen der Notauslässe vergl. S. 382.

In einigen Städten, z. B. Neuwied[3], Kreuznach[3], Siegen[6], werden die Fäkalien durch Abfuhr beseitigt und nur die Wirtschaftswässer dem Flusse übergeben.

Da die Wirtschaftswässer reich an fäulnisfähigen Stoffen und an Bakterien sind, unter welchen auch pathogene auftreten können, werden auch für diese Fälle dieselben Regeln für die Erlaubnis des Einlasses maßgebend sein müssen.

Im Vorhergehenden war, wie ausdrücklich hervorgehoben werden soll, nur von dem Einlaß städtischer Abwässer die Rede.

Unter welchen Bedingungen ist nun der Einlaß gewerblicher Abwässer in die Flüsse zu gestatten[18]?

Diese Frage wird von Fall zu Fall entschieden werden müssen, weil für die Erteilung oder Verweigerung der Erlaubnis die Natur der gewerblichen Abwässer (vergl. S. 418 ff.) in Betracht kommt. So wird die Einleitung gestattet werden können, wenn — selbstverständlich immer unter Berücksichtigung der oben S. 467 aufgestellten 3 Forderungen — die gewerblichen Abwässer wesentlich aus anorganischen, nicht giftigen Stoffen bestehen. Dagegen sind Abwässer, welche giftige Stoffe wie Arsen, Blei, Chrom, Quecksilber enthalten, von dem Einlaß auszuschließen oder erst nach Entfernung der schädlichen Stoffe einzuleiten. Die Einmündung solcher Abwässer, welche reich an neutralen Salzen der Alkalien und Erdalkalien sind, also an $NaCl$, KCl, Na_2SO_4, K_2SO_4, $CaCl_2$, $MgCl_2$, wird nur erlaubt werden können, wenn der Geschmack des dem Flusse bei Niedrigwasser entnommenen Trinkwassers durch die eingeflossenen Salzlaugen nicht verändert wurde. Hierfür bietet der S. 391, 449 behandelte Fall des Elbwassers bei Magdeburg ein gutes Beispiel.

Die Einmündung solcher Abwässer, die im wesentlichen durch organische Stoffe verunreinigt sind, welche also z. B. entstammen: Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Gerbereien, manchen chemischen Fabriken, wird im allgemeinen zu untersagen sein. Dieses Verbot ist begründet, weil die organischen Stoffe entweder die Ansiedelung fremder, auch pathogener Bakterien begünstigen oder weil sie das Flußwasser unansehnlich machen. Letzterer Fall tritt namentlich bei Einlaß von Teerfarben, Färbereiabwässern ein.

Wie die gewerblichen Abwässer sind auch die Abwässer solcher Städte zu behandeln, welche zwar wenige Bewohner, jedoch viele Fabriken enthalten.

Der Einlauf städtischer Abwässer in das Meer oder in den Hafen darf nur gestattet werden, wenn eine schnelle Vermischung der Abwässer mit einem sehr großen Volumen von Meerwasser und ein schneller und regelmäßiger Abfluß der mit Meerwasser vermischten Abwässer in das hohe Meer stattfinden kann. Bei der Anlage von Häfen wird diesen hygienischen Forderungen Rechnung getragen werden müssen. Denn nach den namentlich in den großen Häfen Südfrankreichs gemachten Erfahrungen sind die brakigen Wässer der Hafenbassins eine stete Gefahr für die öffentliche Gesundheit.

Auf Grund seiner Untersuchungen befürwortet z. B. B. Fischer[14] den Einlaß der städtischen Abwässer von Kiel in die Außenföhrde. Hier kann eine genügende Vermischung der Abwässer mit Seewasser stattfinden und das Gemisch fließt dem hohen Meere meist ohne besondere Hindernisse zu.

Auch die Anwesenheit von Badeorten und Badeanstalten verdient Berücksichtigung, wenn der Einlaß der Abwässer gestattet oder verwehrt werden soll (vergl. auch S. 381, 451).

Den Arbeiten von de Giaxa[15] verdanken wir den Nachweis, daß im nicht sterilisierten Meerwasser die Erreger von Cholera und Milzbrand durch die Konkurrenz der gleichzeitig vorhandenen, nicht pathogenen Meeresbakterien schnell zu Grunde gehen, während der Bacillus typhi und der Staphylococcus pyogenes aureus dieser Konkurrenz wenigstens eine Zeit lang zu widerstehen vermögen.

Andere Bedingungen als die S. 467 angegebenen haben Fleck und Stearns für den Einlaß städtischer Abwässer in den Fluß aufgestellt.

Nach Fleck dürfen die städtischen Abwässer in den Fluß gelangen, wenn die Einwohnerzahl oder die denselben in ihren Effluvien äquivalenten Industriewerkstätten das Zehnfache der Stromstärke nicht überschreiten. Unter Stromstärke versteht Fleck das Produkt aus Wassermenge und Wassergeschwindigkeit.

Stearns[17] ermittelt aus den Analysen der Kanalwässer von London, Lawrence und Worcester, wieviel freies Ammoniak, Albuminoid-Ammoniak, Chlor und feste Stoffe überhaupt der Einwohner täglich in die Kanäle schickt.

Mit Hilfe dieser Zahlen läßt sich eine mittlere Zusammensetzung des Kanalwassers feststellen. Andererseits läßt sich berechnen, welche Zusammensetzung ein Flußwasser haben wird, wenn dasselbe mit bestimmten Mengen dieses Kanalwassers verunreinigt worden ist. Da nun die Zusammensetzung des Wassers stark verunreinigter und verhältnismäßig reiner Flüsse bekannt ist, in welche städtische Abwässer geleitet wurden, glaubt Stearns schließen zu dürfen, daß der Einlaß ungereinigter städtischer Abwässer in den Fluß zu gestatten sei, wenn die städtischen Abwässer von 1000 Personen in jeder Sekunde mit 2,5 bis 7 Kubikfuß Wasser verdünnt werden und wenn das verunreinigte Flußwasser höchstens 0,1116 Teile freies Ammoniak in 100000 Teilen enthält. Ist die Verdünnung geringer, so muß der Fluß als stark verunreinigt gelten. Die mittleren Verdünnungsgrade werden für Flußwasser, das technischen Zwecken dienen soll, beansprucht. Stearns bezweifelt aber, ob selbst bei Anwendung der stärksten Verdünnung ein für Trinkwasserzwecke benutzbares Trinkwasser entsteht und hält diese Berechnungen und die aus denselben gezogenen Schlüsse für hypothetische. Jedenfalls aber dürfte das Ammoniak kaum als Grundlage einer solchen Berechnung sich eignen, da dasselbe im Kanalwasser nicht präformiert, sondern nur in wechselnden Mengen als Zersetzungsprodukt enthalten ist. Auch nimmt Stearns auf die Bakterien des Flußwassers keine Rücksicht.

Alles in allem genommen, läßt sich sagen, daß der Einlaß ungereinigter Abwässer in die Flüsse mit Rücksicht auf die öffentliche Gesundheit nur ausnahmsweise wird erteilt werden können.

Mit Recht warnt Wolffhügel davor, schon jetzt bindende Normen aufzustellen, unter denen diese Erlaubnis erteilt werden darf[19].

Dieses wird erst geschehen können, wenn die Lehre von der Selbstreinigung der Flüsse, die ja das wissenschaftliche Fundament

für den Einlaß ungereinigter Abwässer in den Fluß bildet, besser als bisher ausgebaut ist.

Jedenfalls wäre es ein verhängnisvoller Fehler, wenn man die Münchener Verhältnisse einfach auf alle Flüsse, namentlich die kleineren, meist wasserarmen und mit schwachem Gefälle versehenen Ströme der norddeutschen Tiefebene übertragen wollte.

1) **Hulva**, *Centralbl. f. öff. Gesdhpfl.* (1885) 1. *Erg.-Bd.* 89.
2) **Pettenkofer**, *Dtsch. Vierteljschr. f. öff. Gesdhpfl* (1892) 24. *Bd* 116; **M. von Pettenkofer**, *Acht Thesen gegen die Münchener Schwemmkanalisation* (1892); *vergl. Die Einleitung der Fäkalien Münchens in die Isar. Protokoll des erweiterten Obermedizinalausschusses am* 30. *Nov.* 1892; **Prausnitz**, *Hyg. Tagesfragen*, 9. *Heft*.
3) **Uffelmann** (**Wehmer**), *Jahresb. f.* 1894. 86; **Vogel**, *Verwertung der städt. Abfallstoffe*.
4) **C. Fraenkel**, *Vierteljschr. f. ger. Med.* (1897) 3. *Folge* 7. *Bd*
5) **Renk**, *Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt* (1889) 5. *Bd.* 395
6) **Delius**, *Dtsch. Vierteljschr. f öff. Gesdhpfl.* (1892) 24. *Bd.* 125.
7) **Umpfenbach** *in* **Schlichting**, *Hdb. d. Ingenieurswiss.* (1892) 3. *Bd* 1. *Abt.* 1. *Hälfte* 105.
8) **Schlichting**, *Hdb. d. Ingenieurswiss.* (1892) 3. *Aufl.* 3. *Bd.* 1. *Abt.* 1. *Hälfte* 94 *u.* 95.
9) **Ohlmüller**, *Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt* (1891) 7. *Bd.* 260
10) **Niedner**, *Dtsch. Vierteljschr. f. öff. Gesdhpfl.* (1892) 24. *Bd.* 122.
11) **Renk**, *Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt* (1889) 5. *Bd.* 3. *Heft.*
12) **Renk**, *Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt* (1889) 5. *Bd.* 3. *Heft.*
13) **Büsing**, *Dies. Hdb.* (1894) 2. *Bd.* 1. *Abt.* 192.
14) **B. Fischer**, *Z. f. Hyg. u. Inf.* (1896) 23. *Bd.* 1.
15) **de Giaxa**, *Z. f. Hyg.* 6. *Bd.* (1889) 162.
16) **Fleck**, 12. *u.* 13. *Jahresber. d. Kgl. chem. Centralstelle f. öff. Gesdhpfl. zu Dresden* (1884)
17) **Stearns**, *Examinations of the State Board of Health of Massachusetts* 1887 — 1890 *Part I*, 791 (*Boston* 1890); *vergl auch* **Roechling**, *Rivers Pollution and Rivers Purification*, *Annual Meeting of the Association of Municipal Engineers in Bury* 22 *July* 1892.
18) *Vergl. auch* **Forster**, *Hyg. Rdsch.* (1891) 989. [*Ref.*]
19) **Wolffhügel**, *Dtsch. Vierteljschr. f. öff. Gesdhpfl.* (1894) 24. *Bd.* 129.
20) **Heider**, *Das österreichische Sanitätswesen am* 3. *Aug.* 1893, *Beilage zu No.* 31.

VII. Gesetze*), Verordnungen u. s. w. betreffend die Reinhaltung der Flüsse[1].

Maßgebend für die Gesetzgebung der meisten Staaten auf dem Gebiete der Reinhaltung der Flüsse ist die englische geworden.

Die Rivers Pollution Prevention Act 1886 bestimmt folgendes:

1. . . . .

2. Jegliche Person, welche in irgend einen Flufs irgend welche feste oder flüssige Körper wirft, oder es verursacht oder erlaubt, dafs solche hineingebracht werden, oder hineinfallen oder hineinfliefsen derart, dafs eine solche Handlung entweder für sich allein oder in Verbindung mit anderen ähnlichen Handlungen der nämlichen oder irgend einer anderen Person den gehörigen Abfluß des Wassers beeinträchtigt, oder das Flufsbett verändert oder das Wasser verunreinigt, macht sich einer Verletzung dieser Akte schuldig. . . . .

Jede Person, welche einem auf Grund der vorstehenden Bestimmung erlassenen Befehle nicht Folge leistet, hat dem Kläger oder derjenigen anderen Person, welche das Gericht dazu bezeichnet, eine fünfzig Pfund des Tags nicht übersteigende Summe für jeden Tag zu zahlen, während dessen er die Ausführung des Befehls vernachlässigt, wie solches das Grafschaftsgericht, der Oberjustizhof oder der Richter, welche den Befehl erlassen, näher bestimmen; ein solches Strafgeld kann in derselben Weise bei-

*) Die Verworrenheit des in Deutschland und den meisten seiner Nachbarstaaten giltigen Rechtes über die Verunreinigung der Flüsse macht ein weiteres Eingehen auf diesen Gegenstand in einem Handbuche der Hygiene zur Zeit unmöglich.

getrieben werden, wie jede andere vom Gericht als fällig anerkannte Schuld. Sofern, Jemand dabei beharrt, den Bestimmungen eines solchen Befehls während der Zeitdauer von nicht weniger als einem Monat, oder einer anderen Zeitdauer von weniger als einem Monat, wie solche im Befehle bestimmt sein mag, nicht zu gehorchen, so kann das Grafschaftsgericht, das Obergericht oder der Richter — abgesehen von der Strafe, welche deshalb auferlegt werden mag — eine oder mehrere Personen beauftragen, den Befehl zur Ausführung zu bringen und alle Kosten, welche solcher oder solchen Personen dadurch erwachsen, desgleichen der Betrag, welcher von dem Grafschaftsgericht, Obergericht oder Richter zuerkannt sein mag, sollen als eine Schuld erachtet werden welche der oder den mit der Ausführung des Befehles betrauten Personen von dem Verklagten gebührt und welche dementsprechend durch das Grafschaftsgericht oder Obergericht beigetrieben werden kann. . . .

7. Jeder, welcher freiwillig oder auf Anordnung eines Gerichts die Reinigung von festen oder flüssigen Körpern vor deren Einlassen in den Fluß beabsichtigt oder damit beschäftigt ist, hat bei der Ortsverwaltungsbehörde die nachgedachte Bescheinigung schriftlich nachzusuchen. Der Gesuchsteller mufs die Mittel bezeichnen, welche er zur Reinigung der betreffenden Gegenstände zu verwenden beabsichtigt oder bereits verwendet und die Behörde hat — sofern ihr die Mittel genügen oder sofern der Gesuchsteller andere von der Behörde gebilligte Mittel für die Reinigung adoptiert — unter solchen Bedingungen (einschliefslich aller durch den Antrag hervorgerufenen Kosten), wie solche von der Behörde vorgeschrieben werden, eine Bescheinigung darüber auszustellen, dafs geeignete Mittel für die Reinigung verwendet worden sind oder verwendet zu werden im Begriffe stehen. Die Vorzeigung einer solchen Bescheinigung nebst Beweis, dafs deren Bestimmungen und Bedingungen beobachtet und ausgeführt sind, soll vor allen Gerichten und in allen unter dieses Gesetz fallenden Prozessen wegen Beeinträchtigung des Wasserabflusses, Aenderung des Flufsbettes oder Verunreinigung des Flusses durch solche Körper, wie solche in der Bescheinigung erwähnt oder in Bezug genommen sind, als entscheidende Antwort gelten. Jedoch kann die Behörde nach Ablauf von drei Jahren vom Anfange der Benutzung solcher Mittel ab gerechnet, sofern der Benutzende der Behörde genügend nachweist, dafs die gebilligten oder angenommenen Mittel für die Reinigung solcher Gegenstände unwirksam sind, eine derartige Bescheinigung wieder aufheben.

Verzeichnis von Flüssigkeiten, welche nach dieser Flußakte in Flüsse eingeleitet werden dürfen.

Klasse 1. In Flüsse, deren Wasser für den Wasserbedarf von Städten oder Dörfern verwendet wird.

a) Jede Flüssigkeit, welche in Sinkbecken von ausreichender Gröfse mindestens 6 Stunden vollständiger Ruhe ausgesetzt, oder welche, nachdem sie auf diese Weise dem Absetzen der Sinkstoffe unterworfen worden ist, nicht mehr als einen Gewichtsteil trockener organischer Substanz in 100 000 T. der Flüssigkeit suspendiert enthält, oder welche — sofern sie dem Absetzen der Sinkstoffe nicht unterworfen worden ist — nicht mehr als 3 T. trockener Mineralstoffe oder 1 T trockener organischer Substanz in 100 000 T. Flüssigkeit enthält.

b) Jede Flüssigkeit, welche in 100 000 T. nicht mehr als 2 T. Kohlenstoff oder $\frac{1}{3}$ T. Stickstoff aufgelöst enthält.

c) Jede Flüssigkeit, welche in 100 000 T. nicht mehr als 2 T. irgend eines Metalles — ausgenommen Calcium, Magnesium Kalium und Natrium — aufgelöst enthält.

d) Jede Flüssigkeit, welche in 100 000 T. nicht mehr als 0,05 T metallischen Arsens enthält, sei es in Auflösung, sei es suspendiert oder in einer chemischen oder anderweiten Verbindung.

e) Jede Flüssigkeit, welche nach Ansäuerung mit Schwefelsäure in 100 000 T. nicht mehr als 1 T. freien Chlors enthält.

f) Jede Flüssigkeit, welche in 100 000 T. nicht mehr als 1 T. Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff oder einer anderen löslichen Schwefelverbindung enthält.

g) Jedes Wasser, welches eine Säure oder eine äquivalente Menge Alkali enthält, welche gebildet wird bei Zufügung von nicht mehr als 2 T. Salzsäure oder trockener kaustischer Soda zu 100 000 T. destillierten Wassers.

h) Jede Flüssigkeit, welche nicht eine Haut von Petroleum oder öligen Kohlenwasserstoffen an ihrer Oberfläche zeigt, oder welche in 100 000 T. destillierten Wassers nicht mehr als 0,05 T. solchen Oeles suspendiert enthält.

Klasse 2. In Flüsse, deren Wasser nicht für den Wasserbedarf von Städten oder Dörfern verwendet wird.

a) Jede Flüssigkeit, welche in Sinkbecken von genügender Gröfse mindestens

6 Stunden lang vollständiger Ruhe ausgesetzt worden ist und welche nicht mehr als 5 T. trockener mineralischer Substanz oder 2 T. trockener organischer Stoffe in 100 000 T. der Flüssigkeit suspendiert enthält.
b) Jede Flüssigkeit, welche in 100 000 T. nicht mehr als 2 T. Kohlenstoff oder 1 T. Stickstoff aufgelöst enthält.
c) Jede Flüssigkeit, welche nach Ansäuerung mit Schwefelsäure in 100 000 T. nicht mehr als 2 T. freien Chlors enthält.
d) Jede Flüssigkeit, welche in 100 000 T. nicht mehr als 2 T. Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff oder einer anderen löslichen Schwefelverbindung enthält.
e) Jede Flüssigkeit, welche mehr Säure enthält, als in 100 000 T. destillierten Wassers enthalten ist, welchem nicht mehr als 10 T. Salzsäure zugesetzt werden.
f) Jede Flüssigkeit, welche nicht mehr Alkali enthält, als 100 000 T. destillierten Wassers aufweisen, welchem 2 T. trockener caustischer Soda zugesetzt werden.
g) Jede Flüssigkeit, welche auf ihrer Oberfläche nicht eine Haut von Petroleum oder öligen Kohlenwasserstoffen zeigt, oder welche in 100 000 T. destillierten Wassers nicht mehr als 0,05 T. solchen Oeles suspendiert enthält.

Ein deutsches Wasserrecht fehlt.

Von den verdienstvollen Arbeiten und Gutachten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes über Flußverunreinigung war in diesem Buche mehrfach die Rede.

Das badische Wassergesetz vom 25. August 1876 und vom 12. Mai 1882 schließt sich dem englischen (S. 470) in vieler Beziehung an und bestimmt wie dieses, welche Zusammensetzung die Abwässer besitzen dürfen, wenn dieselben in die Flüsse gelangen sollen. Die in dem Gesetze gegebenen „Grenzwerte“ bezwecken namentlich die Erhaltung des Fischbestandes der Ströme.

Für Bayern ist das Wasserrecht durch folgende drei unter dem 28. Mai 1852 ergangene, später in nur unwesentlich veränderte Gesetze kodifiziert: 1) Ueber die Benutzung des Wassers, 2) Ueber Ent- und Bewässerungen zum Zwecke der Bodenkultur, 3) Ueber Uferschutz und Schutz gegen Ueberschwemmungen.

Das sächsische Wasserrecht ist nicht kodifiziert und beruht hauptsächlich auf der Praxis.

In Preußen[1] ist ein Wassergesetz im Entstehen begriffen, weil „die bestehenden gesetzlichen Vorschriften nicht als zweckentsprechend anerkannt werden“.

Der Entwurf eines preußischen Wassergesetzes von 1894 schlägt vor, die hier in Betracht kommende Materie in den §§ 24 bis 31 wie folgt zu ordnen:

Abschnitt 3.

Vorschriften zur Reinhaltung der Gewässer.

§ 24. Es ist verboten, in ober- oder unterirdische Gewässer abzuführen oder sonst einzubringen:

a) Stoffe von solcher Natur, dafs durch die Abführung oder sonstige Einbringung eine ansteckende Krankheit verbreitet werden kann;
b) Stoffe von solcher Beschaffenheit und in solcher Menge, dafs die Abführung oder sonstige Einbringung
 1) eine gesundheitsschädliche Verunreinigung des Wassers oder der Luft,
 2) eine erhebliche Belästigung des Publikums

zur Folge haben kann.

Welche Stoffe, und welche Mengen unter dieses Verbot fallen, bestimmt der Oberpräsident der Provinz. . . . .

§ 25. Durch Königliche Verordnung können die Bestimmungen des § 24 auf Meeresbuchten und Haffe ausgedehnt werden.

§ 26. Das Rotten von Flachs und Hanf in Wasserläufen ist verboten.

§ 27. Dungstätten und Abortgruben müssen auf Anfordern der Polizeibehörde so eingerichtet werden, dafs durch sie eine Verunreinigung von Wasserläufen unbe-

dingt, von anderen ober- oder unterirdischen Gewässern aber insoweit ausgeschlossen ist, als dadurch gesundheitsschädliche Folgen entstehen können.

§ 28. Ausnahmen von den zur Durchführung des § 24 zu b getroffenen allgemeinen Bestimmungen können mit Ermächtigung des Oberpräsidenten der Provinz vom Landrate, in Stadtkreisen vom Regierungspräsidenten zugelassen werden, wenn solches aus überwiegenden Gründen eines öffentlichen oder gemeinwirtschaftlichen Nutzens geboten erscheint. Der Landrat oder Regierungspräsident können Ausnahmen von dem Verbote des § 26 aus überwiegenden Gründen eines gemeinwirtschaftlichen Nutzens, sowie ferner in dem Falle zulassen, wenn wegen Beschaffenheit der Oertlichkeit die Benutzung des Wasserlaufes zur Flachs- und Hanfbereitung zur Zeit nicht entbehrt werden kann.

§ 30. Unternehmungen, die vom Staate aus Gründen des öffentlichen Wohles, oder in Fällen gemeiner Gefahr auf Anordnung der Polizeibehörde ausgeführt werden, bedürfen der Zulassung der dort bezeichneten Behörde nicht.

Der Entwurf stellt also nur die Grundlagen für die Reinhaltung der Gewässer fest und überlässt im Gegensatze zu der englischen Gesetzgebung (S. 470) den Verwaltungsbehörden die Entscheidung darüber, ob in einem gegebenen Falle die Reinhaltung der Gewässer bedroht oder gewährleistet ist. Diese den Verwaltungsbehörden zu erteilende Erlaubnis, welche denselben schon jetzt zukommt, setzt das Vorhandensein sachverständiger Berater voraus, an denen es zur Zeit im wesentlichen mangelt. — Bis zum Erlaß eines preußischen Wassergesetzes, auf welches für die nächsten Jahre kaum zu rechnen sein dürfte, hat das preußische Staatsministerium den Gegenstand durch eine im folgenden auszugsweise wiedergegebene Verfügung geordnet [6].

Bestimmt wird, daß die Pläne für Kanalisationen auch dann vorgelegt werden müssen, wenn die Abwässer den öffentlichen Wasserläufen nicht unmittelbar, sondern durch Vermittelung von Privatgewässern zugeführt werden sollen. Das Gleiche gilt auch, wenn der Einlaß der Kanalwässer in ein Privatgewässer beabsichtigt wird, das überhaupt keinen Abfluß nach einem öffentlichen Wasserlaufe hat. Bei der Einreichung der Pläne ist eine Erörterung darüber beizufügen, ob eine Reinigung der Kanalwässer, insbesondere durch Bodenberieselung statthaben soll und kann. Weiterhin ist Näheres anzugeben:

1) Wie es zur Zeit mit der Entwässerung im Bezirke bestellt ist und welche Bestimmungen über Fäkalienbeseitigung und Aufbewahrung gelten; 2) wie die Gesundheitsverhältnisse der Bevölkerung beschaffen sind, was zur Bekämpfung der ansteckenden Krankheiten geschieht, ob und wie die Desinfektion gehandhabt wird; 3) über die Verhältnisse der zur Aufnahme der Kanalwässer bestimmten Wasserläufe oberhalb, bei und unterhalb der Ortschaft bis auf eine Entfernung von 15 km bei den verschiedenen Wasserständen (Strömungsgeschwindigkeit, Wassermenge, Bebauung der Ufer, Benutzung des Wassers, Schiffs- und Flößereiverkehr u. a. m.); 4) über die Wasserversorgung der Gemeinde; 5) über die gewerblichen Anlagen im Kanalisationsgebiete, deren Abwässer ungünstig auf den öffentlichen Gesundheitszustand einwirken können; 6) über die finanzielle Lage der Gemeinde. Bei der Prüfung der Pläne sollen von den Mitgliedern der Regierung der Dezernent für Polizei- und Kommunalwesen, der Baurat und noch der Medizinalrat teilnehmen.

Die unter 3) geforderte Berichterstattung über die Wasserverhältnisse 15 km unterhalb der Verunreinigungen sollte mit Rücksicht auf die an der Donau gemachten Erfahrungen (S. 456) auf mindestens 50 km erhöht werden.

Dem Hygieniker schwer verständlich ist die „konstante Rechtsprechung des Ober-Verwaltungsgerichtes, wonach . . . . eine bloße Belästigung des

Publikums" (durch Flußverunreinigung) „selbst wenn sie erheblich ist, keinen rechtfertigenden Grund für das Einschreiten der Polizeibehörde abgiebt [1]".

In Oesterreich [3] ist die Landeskulturgesetzgebung, zu welcher auch das Wasserrecht im wesentlichen gehört, vorzugsweise Landesangelegenheit. Dementsprechend ergingen in den Jahren 1870—73 über Benutzung, Leitung und Abwehr der Gewässer 17 fast wörtlich gleichlautende Landesgesetze. Eine über den Gemeingebrauch hinausgehende Benutzung (z. B. Entwässerung in die Flüsse) bedarf bei öffentlichen Gewässern und unter gewissen Voraussetzungen auch bei Privatgewässern der Genehmigung der Verwaltungsbehörden.

In Frankreich finden auf das Wasserrecht eine große Zahl bisher nicht zusammengefaster Gesetze Anwendung. Zur Benutzung der fließenden Gewässer, also auch zur Benutzung derselben als Vorflut ist grundsätzlich der Anlieger berechtigt. Doch kann der Präfekt im öffentlichen Interesse durch allgemeine oder besondere Verfügungen den Gebrauch und den Ablauf des Wassers regeln und sonstige polizeiliche Maßregeln treffen.

Ueber das in Italien [5], Ungarn, Elsaß-Lothringen [4] und in den kleineren deutschen Staaten geltende Wasserrecht vergl. die unter [1] angeführte Litteratur.

1) *Entwurf eines preufsischen Wassergesetzes samt Begründung, Amtliche Ausgabe* (1894) 8, 112 *ff*.
2) *Vergl.* **Colson**, *Traité des eaux* 5. *Bd.* (1890—95); **Martin**, *Revue d' Hygiène* 1891 *No.* 1.
3) **Peyrer**, *Das österreichische Wasserrecht* (1880); **Randa**, *Beiträge zum österreichischen Wasserrecht* (1878).
4) **Huber**, *Wassergesetze f. Elsafs-Lothringen* (1892); **Jacob** *und* **Fecht**, *Das Gesetz für Elsafs-Lothringen betr. Wasserbenutzung* (1892).
5) *Landw. Jahrbücher* 18. *Bd.* (1889) *II. Ergbd.* 190 *ff*.
6) *Vossische Zeitung No.* 345, 25. *Juli* 1896.

Verzeichnis der Abbildungen und Tafeln.

Frommannsche Buchdruckerei (H. Pohle) in Jena. — 1657

Des ganzen Werkes Lieferung 3.

HANDBUCH DER HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL
IN BERLIN.

ZWEITER BAND. ZWEITE ABTEILUNG.

Leichenwesen einschliessl. der Feuerbestattung

von

Dr. A. Wernich,
Regierungs- und Medizinal-Rat in Berlin.

Mit 6 Abbildungen.

Abdeckereiwesen

von

Dr. med. R. Wehmer,
Medizinal-Assessor bei dem Königl. Polizei-Präsidium und Mitglied des Königl. Provinzial-Medizinal-Kollegiums zu Berlin.

Mit 6 Abbildungen.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1893.

LEICHENWESEN
EINSCHLIESSLICH
DER FEUERBESTATTUNG.

BEARBEITET

VON

DR. A. WERNICH,
REGIERUNGS- UND MEDIZINAL-RAT IN BERLIN.

MIT SECHS ABBILDUNGEN IM TEXT.

HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ZWEITE ABTEILUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1893.



Inhaltsübersicht.

Abbildungen.

Einleitung.

Das Leichenbestattungswesen darf insofern als ein rein vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege zu überblickender Gegenstand nicht angesehen werden, als sich die Ansprüche der verschiedensten Betrachtungsweisen, wie der Umgang mit Leichen zu gestalten sei, noch heute mit demselben Nachdruck geltend machen wie in alten und ältesten Zeiten.

Nur ein neuer, der modernen Beurteilung eignender Gesichtspunkt ist es, der sich den älteren während unseres Zeitalters zugesellt hat — und er verdient nicht bloß seiner relativen Neuheit wegen an die Spitze jeder Betrachtung über das Leichenwesen gestellt zu werden: der wirtschaftliche, finanzielle, nationalökonomische. Das Bestattungswesen, wie es gegenwärtig für den überwiegenden Teil aller Kulturstaaten liegt, ist namentlich für die Gemeinden, denen die Anlegung der Beerdigungsplätze, deren immerwährende Vergrößerung, die Erbauung der Leichenhäuser obliegt, ein Gegenstand großer Sorge und von unverhältnismäßiger finanzieller Tragweite. Dieser in der Oeffentlichkeit jetzt wohl überall unumwunden zugestandenen Thatsache zur Seite tritt für den Einsichtigen die Bedeutung des Kostenaufwandes, welchen das Bestattungswesen in seiner gegenwärtigen Form dem Einzelnen auferlegt [1]. Mögen immerhin für die vermögenden Klassen die Aufwendungen für den Beerdigungsapparat (Platz, Zurüstungen aller Art) völlig zurücktreten gegen den Schmerz und das Verlustgefühl: je mehr man die ungünstiger gestellten Volksklassen ins Auge faßt, desto mehr treten die auf die Spitze getriebenen materiellen Opfer der zur Zeit üblichen Bestattungsweise in den Vordergrund. Beim Armenbegräbnis fallen sie (wenn auch in verkleinerter Höhe) auf die Armenfonds der Gemeinden zurück und werden in Großstädten ganz besonders fühlbar durch die beträchtlichen Kosten, welche sich aus den oft meilenweiten Transporten ergeben. Zur kaum noch erträglichen Belastung wird aber die finanzielle Beteiligung der Gemeinden dort gesteigert werden, wo der Ankauf so umfangreicher und vergrößerungsfähiger Terrains, wie sie der Beerdigungszweck benötigt, mit Rücksicht auf die Steigerung der Grundrente überhaupt nur noch unter Zugrundelegung von Zukunftspreisen möglich ist.

Wie weit die öffentliche Gesundheitspflege sich an der Beibehaltung oder Aufgebung des herrschenden Begräbnismodus beteiligt zeigt, welches Gewicht sie in die Erwägung der nationalökonomischen Nachteile und Vorteile desselben mit hineinzulegen befähigt ist, wird sich im Verlauf der nachfolgenden Betrachtung zeigen.

Nur scheinbar mischt sich in die sonstigen Schwierigkeiten, welche der Umgang mit Leichen bedingt, die Bethätigung des individuellen Wollens ein, sofern man nicht die allerabstrusesten Sonderbarkeiten, wie sie jeweilig in Testamenten auftauchen, als persönliche Kämpfe gegen unnötige Zwangs- und Beschränkungsbestimmungen zu betrachten geneigt ist. Die persönliche Freiheit, inbezug auf die Möglichkeit für sich und für verstorbene Angehörige die dem eigenen Gefühl am meisten zusagende Bestattungsform zu wählen, würde als ein Ausfluß der frei wollenden Persönlichkeit aufzufassen sein, wenn nicht der Gang, welchen die Entwickelung des metaphysischen Bedürfnisses im staats- und zeitgenössischen Bewußtsein genommen hat, überall das im Grunde Bestimmende wäre. So bleibt die Behandlung des Leichnams, trotz der kleinen Abwege, welche die Phantasie des Einzelnen erdenkt und ausklügelt, doch stets im engsten Zusammenhange mit der religiösen Auffassung — insonderheit mit jenem Teil der religiösen Vorstellungen, welche über Zustände nach dem Ableben gelehrt und gebildet worden sind.

Wie wechselnd diese Vorstellungen im Laufe der Zeiten, wie vielgestaltig sie an den verschiedenen Punkten des Erdballs gewesen sind — wie biegsam sie sich sogar erwiesen im Schoße der einzelnen Religionsgemeinschaften — darüber verlohnte es sich wohl eine zusammenfassende Uebersicht zu veranstalten. Denn nur dieser geschichtliche Rückblick würde es erklärlich machen, daß das Leichenwesen noch heute ein so unbefriedigender Abschnitt der Gesundheitspflege ist, daß das Notwendige und Vernünftige noch immer als verborgener Kern und die unbändige Macht irgendwelcher Gewohnheiten als die Regel und als das zuletzt Ausschlaggebende erscheint.

In groben Umrissen stellen sich die Bestattungsgewohnheiten der Zeiten und Völker nach mehreren Gruppen getrennt dar, je nachdem sie auf eine Erhaltung der abgestorbenen Gestalt oder auf eine schleunige Entfernung der Reste aus dem Bereich der Lebenden und der bisherigen Umgebungen ausgingen und danach ihren Umgang mit der Leiche einrichteten, — oder aber sich der Toten durch einfache Ueberlassung an die desorganisierende Kraft der Elemente entledigten [2]. Die Veraschung und das Bergen im Erdgrabe würden, als noch aktuell und einer besonderen Darstellung bedürftig, von diesem orientierenden Rückblicke einstweilen auszuschließen sein.

Dem nomadisierenden Menschen war das Verzehren der Leichen durch hungrige Tiere nicht anstößiger als die spontane Mumifizierung der Leiche in trockener Luft oder ihr oberirdischer Zerfall infolge der Fäulnis, die bei mittelfeuchter Luft bald eintritt. War der Stamm im Weiterziehen begriffen, so fiel seine Hauptaufgabe dem Toten gegenüber auf das Beugen oder Ausstrecken der Glieder, den Verschluß oder die Ausschmückung der Körperöffnungen, das Auflegen schwerer Steine auf gewisse Körperteile, Verhüllungen anderer, auf die Verbringung an einen besonders anmutigen oder dem Verstorbenen bedeutsamen Platz und auf irgend eine Schlußceremonie, meistens Ausstattung mit Waffen, Lebensmitteln etc., nach deren Beendigung die Lebenden von dem — den eingangs erwähnten Einflüssen preisgegebenen —

Leichnam durch Abzug schieden. Absichtliche Ueberlieferung an Tiere zum Fraß ist eine der selteneren Bestattungsarten. In Siam wurde sie in großem Umfange (und wird sie für die ärmsten Kasten noch jetzt) in Form eines förmlichen, aber kurzen Leichenbegängnisses angewandt. „Sobald sich der kleine Trauerzug, die Leiche auf einer Bambusbahre offen getragen voran, nach Wat Sikhet, der Totenstätte, aufmacht, folgt in der Luft, seine Flugkreise immer näher ziehend, ein dunkler Schwarm von Aasgeiern, kreischenden Krähen, — auf der Erde mühsam zurückgedrängte, um den Vorrang sich beißende Meuten von Hunden. Am Wat Sikhet angekommen, werfen die Träger die starre Leiche mit dumpfem Fall auf die Erde; die Aasgeier, welche die vorderste Reihe bilden, werden immer zudringlicher, die anderen Tiere unruhiger. Der Priester wetzt ein großes Messer, die Aasgeier drängen sich kämpfend, der Priester schlitzt mit einem Zuge vom Magen bis zur Symphysis ossium pubis die Leiche auf, den Totengesang singend, dann trennt er alles Fleisch an der Vorderseite der Lenden, die Arme und Beine ab und singt eine kurze Litanei, einen Fächer und eine Pfeife in der Linken, ein Stück Bambus, womit er die Leiche berührt, in der Rechten. Sobald er geendet, stoßen die Aasgeier auf die Leiche und zerrupfen und verzehren sie, am Leichnam zerrend, mit den offenen Augen beginnend. Suchte ein Hund die um das Stück kämpfenden Geier, die das Stück indes fallen gelassen hatten, zu betrügen, so ergeht es ihm von den Geiern übel. Nach 10 Minuten pflegt alles Fleisch und der Inhalt der Bauch- und ebenfalls geöffneten Brusthöhle verzehrt zu sein. Dann wendet der Priester die Leiche um und zerschneidet ebenso den Rücken. Die nun gesättigten Geier lassen jetzt schon Hunde und Krähen mit heran. Nach 8 Minuten ist alles bis auf den Kopf und die Knochen verzehrt. Dann sammelt das Gefolge als letzte Ehre die Knochen der Leiche und trägt etwas Holz herbei, um sie zu verbrennen [3].

Den Anhängern der Lehre des Zoroaster verbietet dieselbe die Verunreinigung aller Repräsentanten der Gottheit: des Feuers und Wassers ebenso wie der Erde. Sie erbauten große runde, gemauerte Schachte, „Thürme des Schweigens", von deren Mittelpunkt in radienweiser Anordnung grabenähnliche Abteilungen für die Aufnahme der nur mit einer losen weiten Umhüllung ausgestatteten Leichname ausgehen. Sobald die Beisetzung hier erfolgt ist, stürzen sich die Aasgeier, die scharenweise auf den Simsen der Türme lauern, auf die angekommenen Leichen und besorgen in kürzester Zeit ihr Zerstörungswerk. Nach einigen Wochen werden die Skelette in den Mittelschacht des Thurmes geworfen, dessen Abzugskanäle mit geschichteten Holzkohlen ausgefüttert sind, um zu verhindern, daß die Meteorwässer, welche die übrig gebliebenen Knochen auslaugen, in die Erde gelangen oder den Flüssen zuströmen [4]. Daß die Sekte des Parsees noch jetzt in der geschilderten Weise verfährt, wird durch neue zuverlässige Reiseberichte verbürgt.

Die Baktrier überließen das Bestattungsgeschäft Hunden, denen sie neben den Leichen auch die Sterbenden vorgelegt haben sollen; — andere Völker (noch heute die Kaffern) verbringen ihre Leichen ohne schützende Umhüllung in die benachbarten Wälder, um den Schakalen und Hyänen das Totengräbergeschäft zu überlassen.

Eine der unmenschlichsten Bestattungsweisen, welche den Scythen und Esthen nachgesagt wurde (es handelte sich um das „Verzehren" von Leichnamen durch die Ueberlebenden) hat Küchenmeister [3] durch eine scharfsinnige Forschung in das Fabelreich verwiesen und mit Wahrscheinlichkeit die fragliche Ueberlieferung als ein Mißverständnis (Konsumieren der Hinterlassenschaft durch übertriebene Leichenschmäuse) erklärt.

1*

Die Tibetaner (so berichtet derselbe Autor) sollen eine Methode gekannt haben, ihre Toten zu Pulver zu zermalmen, die ohne besonderen Trockenprozeß wohl nur bei einem ganz besonders trocknen Klima möglich erscheint. Das so gewonnene Pulver wurde auf die Felder verbracht. (Daß auch europäische Völker die Galgenleichen den Vögeln oder vierfüßigen Raubtieren überlassen haben, erscheint verbürgt, hängt indes sichtlich enger mit den Hinrichtungsrohheiten, als mit dem Bestattungswesen zusammen.)

Das Meer in der Nähe der Ufer zu Bestattungszwecken zu benutzen, mag vielfach von Küstenvölkern versucht worden sein — mit dem entsprechenden, durch das Wiederauftauchen der versenkten Körper bedingten Mißerfolg. Ein wilder Stamm südamerikanischer Indianer legte seine Toten in hohle Stämme und brachte diese in den dem nahen Meere zuströmenden Fluß. Das Meer nahm sie auf, warf sie indes mit dem Eintritt der Flut an das Ufer zurück, in dessen Sand die Baumstämme sich von selbst tief eingruben.

In Indien vermeiden die Vischnu-Anhänger jede Verunreinigung der Ströme, übergeben ihnen Leichname nie, sondern üben die Veraschung. Die indischen Buddhisten haben — dem allerorten ähnlich gehandhabten Kultus des Buddha entsprechend — die Bestattung im Erdgrabe als Regel, lassen sich aber hinsichtlich der Armenleichen vom Beispiel der Anhänger Siwa's beeinflussen, deren Regel die Ueberantwortung der Leichname an den heiligen Gangesstrom ist. Das Zurückwerfen derselben in den Küstenstromgebieten scheint auch hier ein häufiges Vorkommnis zu sein. Aus dem Studium an Ertrunkenen lassen sich einige Anschauungen über den Verlauf der Bestattung im Wasser wohl gewinnen. Sie geht allem Anschein nach im Flußwasser schneller als im feuchten oder trocknen Erdgrabe vor sich, woran aber sicher nicht die Zersetzung mit Hilfe des Sauerstoffs im Wasser und die Fäulnisorganismen in erster Reihe, sondern als Hauptzerstörungsmoment der Fraß durch Krebse und Raubfische beteiligt ist. Unter seinem Einfluß genügen Wochen, um die Weichteile der dem Wasser überlieferten Leichen zu zerstören [3]. Das Schicksal der restierenden Knochen ist unbekannt (Als notwendige und mit den Erfordernissen der Schiffshygiene zusammenhängende Bestattungsart ist die Uebergabe an das Wellengrab auf hohem Meere, wie sie für die Leichen der in Seeschlachten fallenden Soldaten und der auf Ueberfahrten etc. sterbenden Schiffsinsassen nötig wird, hier zu bezeichnen. Sie wird unter bekannten Ceremonien und unter der Maßnahme, die Leichen gehörig zu beschweren, bewirkt. — Ausnahmen bildet vielfach der Ritus; ihre Zulassung hängt von vorher getroffenen Uebereinkünften ab. So wird auf den Fahrten über den Stillen Ocean kein unterwegs verstorbener chinesischer Zwischendeckspassagier über Bord bestattet, — aber nur auf Grund der mit den chinesischen Auswanderungsgesellschaften abgeschlossenen Verträge, deren Voraussetzung die Mitgabe einer Anzahl vorgeschriebener metallener Särge, die Honorierung des amerkanischen Schiffsarztes und die Zurverfügungstellung der nötigen Menge Alkohol zum Einlegen des Leichnams seitens jener Gesellschaften ist [5]. So erscheint auch dem sonst dürftigsten Kuli das ihm zukommende Erdbegräbnis und die Bewahrung vor dem überaus verabscheuten Wellengrabe gesichert.) — Für die meisten Religionsanschauungen war und ist die Beisetzungsstätte ein Ort der Verehrung, auch ohne die in der Form präservierten Reste zu enthalten: so selbst die nur Aschenreste enthaltenden Stätten der indischen Vischnu-Anhänger, der japanischen Buddhisten, der Stoïker in Griechenland, die römischen Kolumbarien und die Urnenfriedhöfe der alten Germanen; — so die (lange über die Möglichkeit einer Konservierung der Reste erhaltenen) Gräber der Chinesen.

Israeliten, der Siwaiten, Shintoisten und der meisten mohamedanischen Sekten, die Hünengräber, die Katakomben der ersten Christen, die Mauerlöcher der Kopten. Immerhin bleibt die Sitte, durch bloßes Bergen oder Verbergen sich der Leichen zu entledigen, wie mannigfach ihre Variationen auch sein mögen, der hygienischen Betrachtung nahezu alles schuldig [2].

Es treten aus diesem Gesichtspunkt zu den primitiven Bestattungsmethoden die konservierenden in einen unverkennbaren Gegensatz, wenngleich bei vielen der letzteren, wie zugegeben werden muß, auch in der Mehrzahl das gesundheitsgemäße Streben die Nebensache und der vermutete Verkehr der Abgeschiedenen mit den Lebenden, die jenseitige Zukunft der ersteren und — hierbei vorwiegend nachdenkliche, ernst stimmende — Religionsmythen die Hauptsache gebildet haben. Allen sonstigen Völkern voran stehen hier die alten Aegypter, deren rituelle Lehren übrigens nicht allein menschliche, sondern auch Tierleichen vor dem natürlichen Zerfall zu schützen geboten. Aber auch den Assyrern und Persern wird eine Kenntnis und Ausübung bezüglicher Konservierungsmethoden zugeschrieben. Bestimmte Zeugnisse für dieselben sind außerdem in dem Inhalt der Inkagräber Mexikos und alter Grabstätten in Peru aufgefunden worden. Wie allgemein bei den anderen hier genannten Völkern das Einbalsamieren ausgeübt wurde, wissen wir nicht; für eine ziemlich weitgehende Verbreitung desselben (auch unter den weniger hervorragenden Gesellschaftsklassen) bei der ägyptischen Bevölkerung scheint die bekannte Darstellung Herodot's (II. Buch) zu sprechen [3].

Das Hauptmittel „Surmaja“, welches billig genug war, um auch den unteren Volksklassen als Einbalsamierungsdrogue zu teil zu werden, scheint einfaches Aetznatron gewesen zu sein. Man spritzte es durch den After ein und beließ es im Körper unter Zustopfen der Afteröffnung, während die Leiche 70 Tage lang in Nitrumlauge gewissermaßen eingepökelt lag. Nach dieser Zeit wurde der After behufs Abfließens etwa noch vorhandener Injektionsflüssigkeit geöffnet, die Leiche getrocknet und dann die Mumifikation (ohne Bindeneintwickelung) als beendet angesehen. — Die demnächst höhere Klasse des Verfahrens benötigte neben der Pökelung eine Ausspritzung der Bauchhöhle mit „Cedria“ (in Aetznatron gelöstem Cedernharz) und die Einwickelung der Leiche in Byssusbinden nach dem Herauslassen der Flüssigkeit und nach der Trocknung. — Bei der teuersten Art der Mumienzurichtung wurde zuvörderst durch ein hakenförmiges Instrument und Ausspritzung der Schädelkapsel mittelst Surmaja das Gehirn entfernt. Es folgte als zweiter Akt die Herausnahme der Brust- und Baucheingeweide durch eine Oeffnung der letzteren. Von den Eingeweiden wurden einige durch aromatische Substanzen einer Präparation unterzogen (Myrrhen Terpentin u. a.) und wieder in die Körperhöhlen zurückgebracht, andere — wahrscheinlich der Darm in ersten Reihe — ins Wasser geworfen. Die Einpökelung während 70 Tage in Nitrum (wie oben) schloß sich an. Ihr folgte eine umständlichere Behandlung in Gestalt aromatischer Waschungen, eine besonders sorgfältige Trocknung und das umständliche Einbandagieren der einzelnen Glieder, darauf der Mumie im Ganzen, die dann in einen Kasten von Sykomoren- oder Cedernholz gelegt wurde, dessen Bemalung, Eingipsung, Vergoldung etc. sehr verschieden war. Ueber die Zusammensetzung des Nitrum, die Anwendung weiterer Harze oder des Erdpechs in größerem Umfange sind die fraglichen Herodotstellen verschiedener Deutung fähig.

Ob, wie Küchenmeister[3] dies besonders betont, die Mumifikation der Aegypter auch eine sanitär hochzustellende Bestattungsart war, bedürfte einer besonderen Untersuchung, bei der die Frage, ob das Nildelta wirklich während dieser Bestattungsabart gesünder war, als von 200 p. Chr. ab (der Einführung des Erdgrabes), eigens festgestellt werden müßte. Jedenfalls treten die roheren Einbalsamierungsmethoden — der Assyrer mittelst Einbettung der Leichen in Honig, der alten Peruaner in Mörtel, der Aethiopier in Steinsalzsäulen — für die hygienische Würdigung noch weiter zurück; — und es ist die Methode der Aegypter, welche die eigentliche Vorschule und Vermittlung bildet zur Würdigung der modernen antiseptischen Konservierung von Leichen und Leichentheilen.

Während des Mittelalters wurde die Kunst, einzelne Körperteile (Herz) und ganze Leichen einzubalsamieren, als ein verloren gegangenes Geheimnis betrachtet und von einzelnen Chemiekundigen mittelst mehr oder weniger primitiver Methoden und durchgehends mit wenig glänzenden Erfolgen in geheim gehaltener Weise ausgeübt. Mit der Heranbildung der modernen Chemie scheinen Auflösungen von arseniksauren und Quecksilbersalzen mehr und mehr zur Anwendung gekommen zu sein. — Eine vergleichende Prüfung und kritische Sichtung der zur Einbalsamierung empfohlenen Stoffe nach modernen chemischen Gesichtspunkten veranstaltete in den vierziger Jahren unseres Jahrhunderts durch seine beiden am meisten bekannt gewordenen Schriften Gannal[6]. Er gelangte an der Hand anatomischer Kenntnisse zu dem Verfahren, durch die Carotis einerseits antiseptische resp. gerbende, wasserentziehende Stoffe durch das Gefäßsystem zu verbreiten, — und andererseits die in so hohem Grade fäulnisfähigen Contenta der Bauch- und Brusthöhlen zu entleeren und durch eine Füllung von frisch geglühter Holzkohle zu ersetzen. Die so präparierten Leichen sollen sich vorzüglich gehalten haben. Ein verbessertes Gannal-sches Verfahren wurde in Frankreich etwas später bekannt gegeben und bestand darin, daß man die ursprünglichen Einspritzungsflüssigkeiten Gannal's — Alaunlösung resp. essigsaure Thonerde — ersetzte durch eine gesättigtere Lösung, welche auf 2000 g schwachen Weingeist 33 g Acid. tannicum und so viel Kochsalz enthielt, als sich in diesem Gemisch löst. Zur Ausfüllung der Bauchhöhle wurden Karbolgemische empfohlen.

In anderen Ländern, deren Gesetzgebung das Verbot der Arsenikverwendung für Einbalsamierungszwecke, wie es für Frankreich existiert, nicht enthält, sind Arseniklösungen verschiedener Stärke und Zusammensetzung bis in die neueste Zeit vielfach zur Anwendung gekommen. — Ein praktisches Bedürfnis, mit der Einbalsamierung Fühlung zu nehmen, liegt für den Arzt nicht allein in den immerhin nur seltenen Gelegenheiten, bei denen angesichts der Leichen von fürstlichen Personen und Sonderlingen die Präservierung in dem bisher behandelten Sinne verlangt wird, sondern auch in gelegentlich auftauchenden Bedürfnissen der öffentlichen Gesundheitspflege vor. So erwuchs bei einer neuen Kirchhofsanlage in Méry-sur-Oise, wohin die Leichen von Paris per Eisenbahn geschafft werden mußten, dem Pariser Gesundheitsrat die Aufgabe, nach Mitteln zu suchen, welche wenigstens auf 48 Stunden die Leichenfäulnis verhindern könnten. Abgesehen von Vorschlägen, Holzsärge undurchdringlich für Gerüche zu machen, gelangten zur Prüfung folgende Methoden der vorübergehenden Präservation:

1) Falkony'sche Mischung aus schwefelsaurem Zink und Sägespänen (beanstandet wegen des in der Regel vorhandenen Arsenikgehaltes des Zinksalzes)[3];

2) Mischung von Mayet und Adrian, bestehend aus Sägespänen mit Holzteer, welcher letztere von den Sägespänen bis zu 30 Proz. aufgenommen

wird, ohne daß sie ihre pulverige Konsistenz verlieren. In diese Mischung eingebettet, konservieren sich Leichen geruchlos mehrere Tage;

3) Als praktischste Mischung wurde jedoch die von Vafflard: Sägespäne getränkt mit Phenylsäure, anerkannt. 1000 g reichen im Winter, 2000—3000 im Sommer aus, um stinkende Zersetzungen vollkommen zu sistieren. Wendet man das Mittel in der ausreichenden Quantität an, um die Leiche ganz einzubetten (20 kg), so konnte durch dasselbe eine Mumifikation erzielt werden, die in 80 Tagen als eine fast vollendete sich erwies [7].

In neuester Zeit haben sich die vom Konservator Wickersheimer zunächst für den Zweck der Präservation anatomischer Demonstrationsobjekte zubereiteten Injektionsflüssigkeiten auch in die Einbalsamierungstechnik Eingang verschafft. Die hierfür von ihm angegebene Mischung ist zusammengesetzt, wie folgt: Alaun 100,0 — Kochsalz 25,0 — Salpeter 12,0 — Pottasche 60,0 — Acid. arsenicos. 20,0, in 3 Litern Wasser gekocht und filtriert; auf 10 Vol. der Lösung sind 4 Vol. Glycerin und 1 Vol. Methylalkohol zuzusetzen [8]. 2500 g dieser Zusammensetzung sollen für die Präservation eines mittelgroßen menschlichen Kadavers ausreichen und werden mittelst eines konstanten Druckapparates von 2 Meter Druckhöhe (besser als mittelst Spritze) in die Carotis injiziert, bis Schaum aus den Luftwegen hervordringt. Die Entleerung der Bauchhöhle ist dabei vorgesehen, eine Ausfüllung derselben durch Kampher, Salpeter, Alaun oder Karbolgemische — vorausgesetzt, daß die Injektion durchweg gleichmäßig gelungen ist — jedoch nicht erforderlich. Die Kosten dieses Verfahrens übersteigen, soweit die Chemikalien in Frage kommen, 3 Mark nicht. — Nach einer wohl kaum zu beanstandenden Quelle soll von Wickersheimer eine noch zweckentsprechendere Einbalsamierungsflüssigkeit geheim gehalten und nur eigenhändig in Anwendung gezogen werden.

Eine Methode, die Leichen durch Austrocknung zu konservieren, erfand Albini und empfahl, sie einem warmen Luftstrom von 65° bis 75° C auszusetzen — 2—3 Stunden lang. Die Wirkung sei eine Austrocknung bis zu dem Grade, daß weder Fäulnis noch Verwesung mehr eintrete. Die Versuche wurden einstweilen nur an Kaninchenleichen verwirklicht, deren Gewicht während des Experiments von ca. 1200 g auf 370 g zurückging [9].

Schließlich seien noch erwähnt die Versuche Variot's [10], der zunächst feststellte, ob mit Epidermis bedeckte Leichenhaut mit Metall zu imprägnieren sei. Er benutzte die Kadaver von Neugeborenen, die mit einer starken Lösung von Argentum nitricum bestrichen oder besprüht wurden. Durch Dämpfe von weißem Phosphor (in Schwefelkohlenstoff gelöst) wurde die Höllensteinlage auf der Haut reduziert und auf diese Weise gut leitend gemacht. Die Haut wird schwarz und rigide, daher muß der Kadaver vorher in seine endgiltige Lage gebracht, Augen und Mund geschlossen werden. Nicht zu große Teile kann man dann direkt in die Kupferlösung und an einem isolierten Faden aufhängen, an den sich ein Netz dünnerer Leitungsdrähte anschließt. Schwierig ist jedoch diese Arbeit bei einem ganzen menschlichen Körper, welcher niemals genügend steif ist, um in toto eingetaucht zu werden. Zu diesem Zwecke stößt V. einen Metalldraht durch den Anus des Kindes mitten durch den Leib, Brustkorb, Hals, mit leichten Hammerschlägen bis zur Decke des Schädels. Der Stab muß hohl oder kanne-

liert sein, damit Gas etc. bequem entweichen kann. So wird der Kadaver in ein eckiges Gefäß gestellt, und der Stützdraht wie ein Zapfen in ein Metallrohr in der Unterplatte des Gefäßes befestigt. Ein metallischer, kranzförmiger, gezähnter Kontakt ragt von der Oberplatte des Gefäßes her und hält den Kopf. Die Beine sind etwas gebeugt, die Planta pedis ruht auf zwei Kontakten; in gleicher Weise ruht die Vola manus bei Beugung der Arme auf Kontakten.

Daß die unter antiseptischen Methoden konservierten Leichen keine hygienisch anstößigen Objekte mehr bilden, kann ohne Vorbehalt zugegeben werden. Daß vor der Einbalsamierung eine nach wissenschaftlicher Maßgabe besorgte Leichenbeschau den Tod festgestellt haben müsse, wird als selbstverständlich anzusehen sein.

1) **Flesch**, *Sociale, kommunale und staatliche Anforderungen an das Bestattungswesen*, *Gesundheit* 18. *Bd.* 17.
2) **A. Wernher**, *Die Bestattung der Toten in Bezug auf Hygiene, geschichtliche Entwickelung und gesetzliche Bestimmungen, Giefsen* (1880).
3) **Friedr Küchenmeister**. *Die verschiedenen Bestattungsarten menschlicher Leichname, vom Anfang der Geschichte bis heute. VJS f. gerichtl. Med. und öffentl. Sanitätswesen, N. F* 42. *Bd.* 324 (1885), 43. *Bd.* 79, 44. *Bd.* 388, 46. *Bd.* 381, 49. *Bd.* 84 (*Schlufs*) (1888).
4) **H. Eulenberg**, *Handbuch des Oeffentl. Ges.-Wesens* (*eigener Artikel*) 2. *Bd.* 314.
5) **Wernich**, *Geographisch-medizinische Studien nach den Ergebnissen einer Reise um die Erde, Berlin* (1879) 52.
6) *Bei* **Julius Magnus**, *Das Einbalsamieren der Leichen in alter und neuer Zeit*, *Braunschweig* 1839, *und bei* **Eulenberg** *l. c.*
7) **Devergie**, *Mesures sanitaires à prendre pour le transport des corps des personnes qui doivent être inhumées hors Paris et hors du ressort de la préfecture de police*, *Ann. d'hyg. publ.* 1869 *Juillet.*
8) *Encyklopädie der gesamten Pharmacie* 10. *Bd.* 428.
9) **Albini** — *nach Journ. d'hyg.* 1886, 421.
10) **Variot**, *Recherches sur la conservation du corps humain par les procédés galvanoplastiques. Gaz. méd. de Paris* (1890) *No.* 45, 46.

ERSTER ABSCHNITT.

Die Totenschau

(Totenbeschau-Verifizierung, Konstatierung des eingetretenen Todes — Todesbescheinigung).

Nicht immer wird aus den betreffenden Vorschriften klar ersichtlich, daß die Aufgabe der Totenschau eine dreifache ist. Die erste ist die medizinische Feststellung des wirklich erfolgten Todes. Die Lehre vom Scheintod und der ihn betreffenden Polizei hatte im vorigen Jahrhundert in den einzelnen mitteleuropäischen Staaten (besonders auch in den verschiedenen deutschen Ländern) eine Reihe von Gesetzen hervorgerufen, durch welche dem Scheintod entgegengetreten werden sollte. Der Gegenstand wird noch heute in laienhafter Weise vielfach ausgebeutet; die medizinische Wissenschaft muß den Vorwurf, ihn nicht ernst genug genommen zu haben, zurückweisen; erkennt indes die anekdotenhaften Erzählungen über angebliche Fälle von Lebendigbegrabensein um so weniger an, als kein einziger dieser Fälle neueren Datums vor genauen behördlichen und ärztlichen Nachforschungen Stand gehalten hat.

Auch wo weder eine gerichtliche, noch eine klinische (zu wissenschaftlichen Zwecken dienende), noch zwecks der Beruhigung der Angehörigen von diesen erbetene Leichenuntersuchung stattgefunden hat, wird gemeinhin das Laienpublikum sich davon, eine Leiche wirklich vor sich zu haben, dann überzeugen, wenn Totenstarre, Totenflecke (in charakteristischer bekannter Ausbreitung an den abhängigen Körperpartien), Trübung der Hornhaut, verringerte Spannung des Augapfels (Faltung), Verwesungs- und Fäulnisgeruch, Grünfärbung der Haut zwischen Rippenbogen und Darmbeinkamm demonstriert werden kann. Von Laien wird indes Scheintod vermutet und oft erstaunlich hartnäckig behauptet bei den meisten plötzlichen Todesarten, so bei Herzlähmung und Nervenlähmung (Erfrieren, Blitzschlag), bei Erstickung, bei inneren Verblutungen und Zerreißungen (Bersten von Aneurysmen und größeren Arterien), Gehirnerschütterung und Shock, bei Vergiftungen durch Gase und durch die schnell betäubenden Gifte.

Die verhältnismäßige Häufigkeit dieser Todesarten, in Verbindung mit der Unbegreiflichkeit, die in der Vorstellung des Betroffenen jedem unvermittelt sich geltend machenden großen Verlust innewohnt, unter

Hinzudenken der Schrecknisse, welche sich die Phantasie bezüglich des Lebendigbegrabenseins ausmalt, wird genügen, um das Scheintod-Thema stets aktuell zu erhalten. Immerhin werden sich Perioden unterscheiden lassen, während deren es in ganz besonderer Aktualität in der Litteratur und in der Praxis hervortritt.

Eine derartige lebhafte Erörterung aller auf den Scheintod bezüglichen Fragen pflog die Pariser Académie de médecine Ende der sechziger und Anfangs der siebziger Jahre. Besonders die Stichhaltigkeit der vom Laien erkennbaren Todeszeichen wurde kritisiert, Preise für neue Zeichen dieser Art ausgesetzt, Referate von bewundernswerter Ausdehnung und Gründlichkeit erstattet: alles, um dem Senat von Paris bei der drängenden Frage der Errichtung von Leichenhäusern als Unterlage zu dienen. Die wissenschaftlichen Anregungen von diesem geistigen Mittelpunkt aus wirkten dann weiter, große Kreise ziehend und der beteiligten mitteleuropäischen Gelehrtenwelt zum Anlaß, noch eine Reihe von Jahren hindurch die Scheintodfrage einer umfassenden Revision zu unterziehen.

Um wenigstens die hervortretendsten Einzelheiten und solche, die mit der Sanitätspolizei des Scheintodes in unmittelbarer Beziehung stehen, nicht unberücksichtigt zu lassen, seien zunächst die Zweifel an den bis dahin für völlig sicher gehaltenen Todeszeichen erwähnt.

Devergie[1] hatte als Berichterstatter einer zu diesem Zweck gewählten Kommission die Ansicht „autoritativer Aerzte" zu widerlegen: die Leichenstarre sei nicht nur kein sicheres Zeichen des Todes, sie sei vielmehr eine Hauptursache, weswegen Menschen fälschlich für tot gehalten würden. Der Bericht zeigte an der Hand der modernen Forschung, daß die Leichenstarre als Zeichen des Todes beizubehalten und zu verwerten sei. Lorcher gab dazu eine auf eigenen Beobachtungen beruhende Spezifikation; im Kiefergelenk, dann an den unteren Extremitäten, darauf am Halse und schließlich an den oberen Extremitäten trete die Leichenstarre ein — in umgekehrter Reihenfolge schwinde sie[2].

Ueber das — auch Laienhänden zu überlassende — Eintreiben von Akupunkturnadeln in den Leichnam und seine Bedeutung, als deren Veränderungen auf wirklich erfolgten Tod zu schließen, gerieten Laborde[3] und van Geehl[4] in einen lebhaften Streit. Die Frage hatte (seit Dentu) so gelegen, daß bei Lebenden wie bei Leichen Oxydation blanker Akupunkturnadeln nur unter gewissen Hilfsbedingungen eintreten sollte: beim Lebenden dann, wenn heftige Schmerzen hervorgerufen wurden, beim Leichnam, wenn eine künstliche Erwärmung desselben (Wasserbad) vorgenommen werde. van Geehl hatte bei seinen Prüfungen ein ganz wechselndes und unzuverlässiges Verhalten der Nadeln beobachtet. Laborde glaubte in ihnen dagegen ein ganz sicheres Todeszeichen zu haben, da sie, in einen wirklich toten Körper gestochen, immer blank blieben, dagegen Lebenden in das dicke Fleisch (etwa der Oberschenkel) gestoßen, sich schon in kurzer Zeit fleckweise oxydierten.

Die von der Pariser Akademie gestellte bezügliche Preisaufgabe regte Magnus[5] zur Angabe der Umschnürungsprobe, Rosenthal[6] zu Versuchen über die faradische Mukelerregbarkeit als Scheintodprobe an, wie sie für Aerzte wohl brauchbare Zeichen abgeben können (s. unten). Eine Konkurrenz von nicht weniger als 100 Preisarbeiten regte das Ausschreiben des Marquis d'Ourche noch 1873 an, welcher ein sicheres Zeichen des erfolgten Todes entdeckt zu sehen wünschte, das jedoch auch von Ungebildeten — besonders auch auf dem Lande — in Anwendung

gezogen werden könnte. Der Preis konnte keiner Arbeit zuerteilt werden. Gleichzeitig mit dieser Beurteilung gelangten zur Kritik: das Aufhören der Muskelkontraktionen auf galvanischen Reiz [6], — das Aufhören der Kapillar-Cirkulation [5], — das Auftreten der Totenflecke, — das Austrocknen der Haut an exkoriierten Stellen [3], — die Leichenkälte (unter 27° C). (Ueber die letzteren entstand 1871 noch eine eigene Dissertation von Aug. Müller [10], die das Offenstehen der Lider, das Weiterwerden und die Stellung der Bulbi, die Aenderung der Pupillen [11], die Pupillenreaktion auf Atropineinträufelung [7], ferner auch die Aus- und Eintrocknung der Sclera und den grauen Fleck im Augenwinkel [12] nach allen Einzelheiten bespricht.)

Eine Ergänzung gerade zu diesen Zeichen lieferte noch Bouchut [13], als er — wie bereits vorher gelegentlich geschehen — das Ophthalmoskop als Erkennungsmittel des Scheintodes in ärztlicher Hand warm empfahl: man sehe alsbald nach dem Tode die Blutsäule der Retinalvenen von Blutblasen unterbrochen (wie in einem schlecht behandelten Thermometer die Alkoholsäule). Auch dieses Bouchut'sche Zeichen ist aber einer abfälligen Kritik verfallen (durch Gayat, 1875 [14]) wie bis jetzt fast jedes einzelne Zeichen, das durch seine negative Fassung den eingetretenen Tod beweisen sollte.

Nachdem die geschilderte große Bewegung in der Scheintodfrage nachgelassen hat, läßt sich hinsichtlich der Beurteilung derselben durch Laien nur feststellen: es giebt für letztere, für die rein naive Anschauungsweise kein einziges auch nur einigermaßen verläßliches Zeichen für den eingetretenen Tod [15], weil der Tod als solcher die Aufhebung, die Negation aller dem Organismus eignenden Thätigkeiten darstellt und sinnfällig erst in Form des Faulens in die Erscheinung tritt.

Für den Arzt und Experimentator giebt es eine Mehrheit von Zeichen, die er hervorrufen kann. Soll aber dem medizinalpolizeilichen Interesse mit diesen Zeichen gedient werden, so würde hierzu allererstens der Voraussetzung entsprochen werden müssen, daß die Aerzte in voller Ausdehnung zum Beschauen der Gestorbenen herangezogen werden.

Für den Arzt wird nämlich neben der Plötzlichkeit, mit welcher der leblose Zustand eintrat, und neben verdächtigen Umständen, unter welchen der Körper gefunden wurde, Scheintod wahrscheinlich:

a) wenn noch sämtliche oben aufgeführten Todeszeichen fehlen;
b) wenn anders als die Totenflecke kolorierte, fleckweise Verfärbungen (bei Kohlenoxyd- und Cyankalium-Vergiftung hellkirschrote, beim Erfrieren zinnober- oder ziegelrote Flecke) sichtbar sind;
c) wenn der Körper sich noch warm anfühlt, und die Temperatur im Mastdarm noch zwischen 28 und 30° C beträgt;
d) wenn die Auskultation über Lungen und Herz nicht mit voller Bestimmtheit über das absolute Fehlen aller und jeder Geräusche entscheiden kann, und bei der künstlichen Atmung eine Spur von eigener Bewegung vorhanden zu sein scheint;
e) wenn die vorhandene Steifigkeit eine der tetanischen ähnliche ist.

In solchen Fällen dienen folgende Hilfsmittel zur Vergewisserung.

Hautreize durch Brennen:

Beim Scheintoten	Beim Toten
entstehen persistierende, sich mit Serum füllende, beim Abtragen einen lebhaft geröteten Grund hinterlassende Blasen.	hebt sich die oberflächlichste Epidermisschicht auf einen Moment unter der Flamme ab, um schnell zu platzen und einen weißen Grund zu hinterlassen.

Ausschaltung umschriebener Kreislaufsgebiete:

Beim Scheintoten	Beim Toten
bildet sich nach fester Umschnürung eines Fingers oder einer Zehe erhebliche Anschwellung und deutliche blutrötliche Verfärbung aus. Nach Abschneiden des Fadens bleibt eine weiße, später sich lebhaft rötende Strangulationsrinne zurück.	tritt weder Schwellung noch Rötung, noch nach Abnahme des schnürenden Fadens eine Veränderung der Rinne ein.

Faradisation verschiedener Muskeln

bewirkt beim Scheintoten Kontraktionen.	ist 3 Stunden nach wirklich eingetretenem Tode auch bei stärksten Strömen wirkungslos.

Eine durchgreifende Ordnung der Totenschau würde auch den Rest der Scheintod-Bestimmungen, wie sie größtenteils der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts entstammen, allerorten überflüssig machen. Den von einem gewissen Teil der Tagespresse mit Vorliebe wiederholten Märchen von der Häufigkeit des Lebendigbegrabenwerdens scheinen Dementis und Belehrungen wenig Abbruch thun zu können, sodaß vom sanitätspolizeilichen Standpunkt die Festsetzung einer Frist zwischen Absterben und Begrabenwerden — etwa bis sich die ersten unzweideutigen Fäulnisspuren an der Leiche zeigen — noch immer das zweckentsprechendste Verfahren bleibt. Bei dem Abschnitt über die Leichenhallen wird auf den Gegenstand nochmals zurückzugreifen sein. Hier sei nur noch angeschlossen, daß in vielen Kreisen das Oeffnen der Schlagadern bei Leichen sich noch immer erhalten hat, daß andere sich im Hinblick auf den Scheintod am leichtesten dazu bringen lassen, in eine Sektion zu willigen, noch andere einer teilweisen Einbalsamierung den Vorzug geben. Vielfach begegnet man noch Vorschlägen, wie die Särge mit Luftzuführungsapparaten, mindestens mit Löchern versehen sein sollten. Auch der Agitation für die Feuerbestattung hat die Scheintodfurcht sich gelegentlich zur Verfügung stellen müssen; wie sehr sie die Phantasie anzuregen geeignet ist, beweisen die unzähligen Läutvorrichtungen, Lärmapparate etc., die man den Verstorbenen zugänglich zu erhalten beflissen war. — Ob auch das Einsetzen von kleinen Glasfenstern in den Sargdeckel (wie es in verschiedenen Gegenden der Schweiz geübt wird) mit diesem Motiv oder einer Vorstellung aus dem Jenseits zusammenhängt, war nicht auszumitteln.

Des weiteren könnten speziell in Deutschland zur Beruhigung von der Scheintodfurcht ergriffener Angehöriger die Bestimmungen dienen, mit welchen einerseits das Strafgesetzbuch (§ 367 No. 2) das wirklich vorzeitige Begraben der Leichen bedroht, und welche andererseits durch die Verwaltungsbehörden in der Richtung getroffen worden sind, daß bei jeder Beerdigung eine möglichst mehrfache Zahl von amtlichen Faktoren in Funktion trete. Aus diesem Grunde erklärte eine Ministerialverfügung vom 28. Juni 1875 die den Pfarrern bei den Beerdigungen auferlegten Pflichten weder durch das preuß. Civilstandsgesetz vom 9. März 1874, noch durch das Reichsgesetz betr. die Beurkundung des Personenstandes vom 6. Februar

1875 für aufgehoben. Ohne Genehmigung der Ortspolizeibehörde ihrerseits darf zwar keine Beerdigung vor Eintragung des Sterbefalls in die Sterberegister stattfinden. Auf der anderen Seite darf aber der die Aufsicht über den Begräbnisplatz führende Beamte (Geistliche) die Beerdigung nur geschehen lassen, wenn ihm die standesamtliche Bescheinigung über jene Eintragung vorgelegt wurde. Dieselbe muß Tag und Stunde des Ablebens enthalten. Sind also polizeiliche Vorschriften vorhanden, daß niemand vor Ablauf einer gewissen Zwischenzeit nach eingetretenem Tode beerdigt werden darf, so wird der Geistliche resp. der sonst die Beerdigungen überwachende Beamte dafür verantwortlich und nach wie vor darauf zu halten imstande sein, daß die Beerdigung nicht vor dem Ablauf der vorgeschriebenen Zeit, von dem nach der Bescheinigung des Standesbeamten angemeldeten Zeitpunkte des eingetretenen Todes ab gerechnet, erfolgt, falls nicht eine besondere ortspolizeiliche Genehmigung eine Ausnahme zuläßt.

Allerdings giebt die Eintragung des Sterbefalles in das Sterberegister, da dieselbe auf Grund einer Privatanzeige gemäß § 40 des Gesetzes vom 9. März 1874 geschieht, keinen juristischen Beweis dafür, daß Tag und Stunde des erfolgten Todes richtig angegeben sind. Allein im allgemeinen ist den diesfälligen Angaben, welche von den Anzeigepflichtigen oder von anderen aus eigener Wissenschaft unterrichteten Personen zu machen sind (§§ 15 und 41), Glauben zu schenken; dieselben haben nach § 11 die Vermutung der Richtigkeit für sich, bis die Unrichtigkeit der Anzeige nachgewiesen wird. Haben die Standesbeamten Anlaß, die Richtigkeit einer Anzeige zu bezweifeln, so sind sie nach § 17 befugt, sich in geeigneter Weise von der Richtigkeit derselben Ueberzeugung zu verschaffen. In dieser Beziehung ist die Sachlage durch die im Gesetz vom 9. März 1874 getroffene Einrichtung nicht wesentlich verändert worden. Denn auch vor Emanation dieses Gesetzes, also zu der Zeit, als dem Geistlichen und — wo es eingeführt war — auch der Polizeibehörde der Todesfall angemeldet werden mußte, empfingen der Geistliche und die Polizeibehörde die diesfallige Anzeige durch die Anzeigepflichtigen mit keiner größeren Gewähr für die Richtigkeit der Angabe, als mit welcher gegenwärtig diese Anzeigen an die Standesbeamten erstattet werden. Wird es im polizeilichen Interesse für erforderlich erachtet, die Zulassung der Beerdigung von der Beibringung eines ärztlichen Attestes über den Tod des zu Beerdigenden abhängig zu machen, so erscheint es für den Erlaß einer derartigen Vorschrift an sich indifferent, ob die Anmeldung des Sterbefalles in der jetzt gesetzlich verordneten oder in der früheren Art zu erfolgen hat.

Wird unter dem Zusammenwirken dieser verschiedenen Faktoren (also des Standesbeamten, der Polizeibehörde, des Geistlichen oder des über den Begräbnisplatz die Aufsicht führenden Beamten — und bei Hervortreten eines sanitäts- oder sicherheitspolizeilichen Interesses des Arztes) die Bewilligung zur Beerdigung erteilt, so wird der Sarg in die erforderliche Verfassung gebracht, und der Leichenbestatter (Leichenunternehmer) tritt in seine Funktionen ein. In großen Plätzen muß auch dieser sich über eine völlig geregelte Buchführung ausweisen, was von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit auch für den geregelten Friedhof- und Leichenbetrieb ist (s. diesen). — Es fehlt somit, um die medizinische Seite des Leichenwesens auf eine gewisse Höhe zu bringen, nur am Ersatz der fakultativen durch die obligatorische Leichenschau.

Die zweite Aufgabe der Totenschau ist insofern eine vorwiegend

juristische, als die Persönlichkeit des Toten, der Zeitpunkt seines Ablebens und die Thatsache, ob natürlicher oder gewaltsamer Tod um ihrer weiteren Folgen willen öffentlichrechtlich festgestellt werden müssen. In Bezug auf die letztere wichtige Fragestellung knüpfen die meisten gesetzlichen Bestimmungen an die Plötzlichkeit des Todes an (s. unten das englische Coroner-Wesen). Der Wert der Totenschau für alle möglichen Rechtsverhältnisse hat bei nahezu sämtlichen civilisierten Nationen eine strenge Rechtsordnung erzeugt, bald in der Gestaltung von amtlichen Instruktionen, bald in Form wirklicher Gesetze, deren breitere Wiedergabe unthunlich ist[16]. Es bieten jedoch die nachstehenden Verhältnisse in einzelnen Ländern hierfür einige weitere unentbehrliche Anhaltspunkte.

In England ist das alte Institut der Coroners Jury der Vorläufer des heutigen Totenschauwesens. Dies letztere hat sich aus jenem erst während unseres Jahrhunderts herausgebildet, es ist ein Teil der Bevölkerungsstatistik geworden durch die Pflicht zur Vornahme einer Totenschau. Die Uebergabe der bis dahin nur in Kirchenbüchern geführten Totenregister an eine Civilregistrierung datiert von 1836, die Verpflichtung dieser Registrierung, auch die Todesursachen mit anzugeben, erst seit 1845 (ohne daß jedoch eine Exekutivmöglichkeit für den Registrar bestand). 1871 ging dann das Centralamt (Registrar Office) an das Local Government Board (in 600 und einige zwanzig Distrikte geteilt) über — und erst das Gesetz von 1874 erhob die Anzeige des Todes zur gesetzlichen Pflicht (Art. 10 bestimmt: innerhalb 5 Tagen). Ist der Tod ein plötzlicher, so treten Ausnahmebestimmungen ein: es muß die Coroners Jury berufen werden, damit sie unter Zustimmung des Registrar einen Arzt heranziehe, der dann sein Gutachten abgiebt[17]. Dieses dient dem vom Registrar auszustellenden Totenschein zur Unterlage. Diese Ordnung der Totenschau erscheint als recht unvollkommen, und es nimmt kaum wunder, wenn aus der Reihe der amerikanischen Staaten, deren Coroner-Wesen sich z. T. auf den Grundzügen des englischen entwickelt hat, Stimmen laut werden, welche eine andersartige Einrichtung dieser Materie fordern. So hat Marcy nach den hauptsächlich in Massachusetts erwachsenen Erfahrungen die Abschaffung des Amtes der Totenbeschauer, die Abtrennung der ärztlichen von den richterlichen Pflichten für die forensischen Todesfälle, die ausschließlich ärztliche Totenschau und noch einige andere Aenderungen dringlich beantragt, welche das Coroner-System dem festländischen Schausystem sehr ähnlich gestalten würden[18].

Frankreich hat eine öffentliche polizeiliche Totenschau durch beamtete Aerzte, deren Ernennung durch den Prevot von Paris erfolgte, schon seit dem Ausgange des dreizehnten Jahrhunderts (1289). Die nahezu ebenso alte Verpflichtung zur Anzeige vorgekommener Tötungen bildete die Vorgeschichte zum Institut der Morgue. An diese wurden alle gefundenen Leichname durch das Châtelet de Paris seit dem 15. Jahrhundert abgeliefert; doch scheint diese oberste Polizeibehörde rein auf Gutachten über kriminalistische Fragen dabei ausgegangen zu sein, ohne Anbahnung einer eigentlichen Totenschau und besonders ohne Regelung der Relationes medicorum. Die eigentliche Ordnung der Totenschau (festgelegt in dem Erfordernis des Beschauzettels als Teil der Lehre vom État civil) ist demgemäß dort ein Gegenstand der Jurisprudenz geblieben, so daß sich in der Litteratur fast nur dieser Gesichtspunkt ausgeprägt findet (Standesregister; Aufnahme des acte de décés durch einen officier de l'état civil mit zwei Zeugen; dann Eintragung in das Register).

Von den deutschen Staaten ist Oesterreich in der administrativen Anordnung und Verwertung der Leichenschau am frühesten zu klaren Ergebnissen gelangt. Die allgemeine Instruktion im San.-Norm. von 1770 gab die Grundzüge, unter deren Benutzung die spezielle Instruktion von 1780 entstand und successive die Bestimmungen für die einzelnen Länder erlassen wurden. Die Instruktion für gerichtliche Leichenschau stammt vom 28. Januar 1855 und vom 8. April 1857. Im Erlaß vom 6. März 1861 wird eine provisorische Instruktion für „Allgemeine Leichenschau" mitgeteilt, welche — höchst ausführlich sich über die rationellen Aufgaben der forensischen Leichenbeschau sich verbreitend — deren allgemeine Aufgaben dahin ausdrückt, festzustellen, ob 1) wirklicher Tod vorhanden, 2) ob strafbare Handlung oder Unterlassung gegenüber dem Toten stattgehabt, 3) ob Volkskrankheiten vorhanden, 4) ob eine Seuche die Todesursache abgegeben (Gegensatz zwischen 3 und 4 anders ausgedrückt: ob es sich um eine endemische oder eine epidemische Todesursache gehandelt habe)[16].

In Preußen nahm sich das Allgemeine Landrecht der Totenschau an und führte Registrierung wie Konstatierung des Todes (neben den Bestimmungen hinsichtlich der Beerdigungsplätze) im Teil II Titel 11 gesetzlich ein. Die Register waren die pfarramtlich geführten Kirchenbücher. Hinsichtlich der Todesfeststellung brachte die Instruktion vom 31. Oktober 1794 noch Anweisungen zur Verhütung des Scheintodes (erneuert 1847)[19]. Die ärztlichen Beziehungen anlangend, so hat sich gerade für Preußen die Art und Weise der Todesfeststellung deshalb ungleichmäßig entwickelt, weil die ärztliche Totenschau und der ärztliche Totenschein mittelst polizeilichen Ortsstatuts in Gemeinden eingeführt werden kann[19], aber nicht eingeführt werden muß. Berlin besitzt die Einrichtung einer für forensische Zwecke ausreichenden Leichenschau seit dem Jahre 1835: Keine Leiche darf beerdigt werden, ohne daß zuvor von einem Arzte der (in jetzt 16 Fragepunkten) genau vorgeschriebene Totenschein ausgestellt worden ist. Die Ausstellung erfolgt durch den behandelnden Arzt. Starb jemand ohne ärztliche Behandlung, so kann zur Ausführung der Leichenschau ein Arzt von den Angehörigen mit Auftrag versehen werden. Sind diese unvermögend, so bewirkt der Armenarzt, bei anderweitigen Komplikationen und in besonderen Notfällen der Amtsarzt die Leichenschau und die Ausfüllung des Totenscheins. Stets müssen (z. B. gemäß der poliz. Verf. vom 21. September 1853) die Leichen unehelicher Kinder, wenn solche totgeboren wurden oder innerhalb 24 Stunden nach der Geburt verstarben, von den Amtsärzten beschaut werden. In allen Fällen, in denen der Verdacht entsteht (aus der Beschaffenheit der Leiche, ihrem Fundort, Verletzungen, verdächtiger Umgebung, Plötzlichkeit des Todes), daß Schuld eines anderen zum Eintritt des Todes beigetragen habe, wird seitens der einzelnen Polizeireviere oder des „Leichenkommissariates" der Staatsanwaltschaft sofortiger Bericht erstattet. Diese Behörde ist alsdann einzig zuständig, die Leiche zur Beerdigung zuzulassen oder, nach anderweitigem Ermessen, die gerichtliche Leichenschau bezw. Obduktion zu verfügen (vgl. unten den betr. Abschnitt). — Eine Reihe von Haupt- und Mittelstädten Preußens sind in sich mehrender Anzahl diesem Vorgehen gefolgt, auch einzelne preußische Kreise. Sie alle haben die rein ärztliche Leichenschau in der Erkenntnis acceptiert, daß die Totenschau durch Laien — wie sie in Oesterreich, Württemberg, Bayern, Sachsen, Hessen, Baden angenommen und dadurch allerdings zu einer allgemeinen geworden ist — nur unsichere Wege gehen und nur als Notbehelf betrachtet werden kann.

Denn unverbürgt, sei es in höherem, sei es in geringerem Grade, bleiben die Totenschau-Resultat dort, wo das Laienelement für sie einstehen soll, stets; sie bleiben es selbst dann noch, wenn eine medizinalamtliche Nachprüfung der angegebenen Todesursachen vorgesehen ist, aber nur auf fakultative, von Fall zu Fall eintretende [20], ebenfalls einer Laieninstanz zugeschobene Rückfrage einzutreten hat. Es würde eine dankbare Spezialaufgabe sein, die Verdienste des Coroner-Systems um die juristische Seite der Totenschau gegenüber seinen Mängeln unbefangen abzuwägen (s. auch weiter unten „Feststellungen etc. an Leichen").

Als dritter wesentlicher Teil des Leichenschau-Problems tritt schließlich die eine sanitätspolizeiliche Verwertung allein sichernde **statistische** Ermittelung der Todessache auf. Die streng geregelte Anzeigepflicht betreffend das Ergebnis der Totenschau interessiert die weitesten Kreise. Denn eine auch nur einigermaßen sorgfältige Sterblichkeitsstatistik hat den unschätzbaren Wert, Erforschungen der das sociale Leben beherrschenden Gesetze anzubahnen [21]. Sie lehrt die Schwankungen des Volkslebens prüfen und abwägen, — deutet auf Schäden und drohende Gefahren aus schleichenden Mißständen, Krankheitseinschleppungen und Krankheitsherden hin und geht deshalb praktisch über die Bestimmung, die medizinische Wissenschaft zu fördern, weit hinaus. Die Einzeldaten, aus welchen eine zuverlässige Statistik dieser Art notwendig bestehen muß, sind jedoch ausschließlich auf dem alleinigen Wege einer alle Sterbefälle umfassenden Totenschau zu erhalten [22], nicht durch eine solche, wie sie bis jetzt meistens lückenhaft und mehr aus Nützlichkeitsgründen auch zu dem Behuf besteht, verdächtigen Todesfällen schneller nahe treten zu können. Aus eben diesem Grunde erleidet die Verwertung des durch diese unsichere Totenschau gewonnenen Materials in höheren Instanzen eine große und sehr berechtigte Anzweifelung [23]; das Kaiserliche (deutsche) Gesundheitsamt geht mit seinen Bedenklichkeiten nach dieser Richtung so weit, daß es in seinen periodischen Uebersichten die Angaben derjenigen (gegen 170 unter ca. 200) Plätze durch eine besondere Marke auszeichnet, welche ihre Totenschau durch Aerzte besorgen lassen und so zu einer wirklichen Erfüllung des dritten Problems der Totenschau-Aufgabe — statistische Ermittelung der Todesursache — beitragen [24].

Von außerordeutschen größeren Ländern (England und Frankreich s. o.) verlangen eine Totenschau: Belgien (durch Civilstandsärzte), Dänemark (behandelnde Aerzte, Kommunalärzte), Italien (Civilstandsbeamte), Schweden (behandelnde Aerzte, Polizeiärzte), Niederlande (Civilstandsbeamte). Wie nicht anders zu erwarten, dehnt sich das Gebiet der „unbestimmten Todesursachen" — zu denen aber nicht allein die Gruppe, welche ausdrücklich so benannt wird, gehört, sondern auch „Lebensschwäche", „Krämpfe" (oder „Zahnkrämpfe"), „Atrophia infantum", „Altersschwäche" — um so mehr aus, je mehr die Civilstandsbeamten bei der Todesursachen-Ermittelung beteiligt sind. Ja es macht hinsichtlich der Ausdehnung oder Einschränkung dieser Gruppen bereits einen Unterschied, ob der Laienbeschauer weniger oder mehr darauf hingewiesen ist, sein eigenes Urteil durch medizinische Nachschau zu korrigieren.

Auf die Notwendigkeit der „Einführung der obligatorischen Leichenschau im Deutschen Reiche" [25] (unter welcher in erster

Linie natürlich stets die ärztliche Leichenschau verstanden bleiben muß) hat die gleichnamige Petition deutscher Lebensversicherungs-Gesellschaften 1881 (und seitdem vielfach in gleichsinnigen Anträgen und gestützt auf die Agitation in ärztlichen und hygienischen Körperschaften) hingewiesen. Wenn es einzelnen Autoren, die diesen spröden Stoff kritisch beleuchtet haben, nicht verständlich erscheint, wie alle die schwerwiegenden Gründe, welche die Neuzeit für die Maßnahme der völlig geordneten Totenschau vorzubringen hat, nicht durchgeschlagen haben, so scheint bei diesen Kritiken ein wesentlicher Umstand nicht völlig gewürdigt zu sein. Praktisch beruht die ungleichmäßige Behandlung des Bedürfnisses einer Leichenschau durch Sachverständige im ganzen Umfange der Sterbeziffer auf der ungleichmäßigen Verteilung der Aerzte im Lande[26]. Angenommen selbst, daß es rein numerisch nicht an bereitstehenden Aerzten für diesen Dienst fehlt, so setzt diese Bereithaltung in dem Maß, daß die Totenschau mindestens 24 Stunden nach erfolgtem Ableben bewirkt werden soll, eine so durchgebildete Versorgung mit Aerzten voraus, wie sie in Deutschland noch kaum irgendwo, in den östlichen Reichsgegenden aber ganz sicher nicht existiert. (Auch in Bayern war der Gesetzgeber genötigt, wegen dieser Schwierigkeit für die Kontrollierung der Laienschau durch die ärztliche einen 48-stündigen Zeitraum auszuwerfen.) Neben dieser mehr technischen Schwierigkeit erscheint im deutschen Reichgebiet die rein materielle, mit dem Kostenpunkt verknüpfte Schwierigkeit von großer Bedeutung, weil eine gewissenhafte, der Aufgabe vollständig gerecht werdende Totenschau nur dadurch gewährleistet werden kann, daß sie entsprechend, d. h. mit Einschluß der beschwerlichen Reisen der Aerzte, honoriert werde. Die Gesetzgebung und die beratenden Instanzen haben die Frage, wem die nicht ganz unbeträchtlichen Kosten aufzuerlegen sind, wohl erwogen — aber nicht gelöst[27]. Die einzige mögliche Lösung, Reichsfonds für dieses Interesse, das im eminenten Sinne ein öffentliches ist, zur Verfügung zu haben, liegt gleichwohl im Zuge der Entwickelung, welche das Leichenwesen während der europäisch-germanischen Epoche durchgemacht hat: in der Entwickelung desselben zu einem Gebiete des öffentlichen Rechts. Dieses Entwickelungsstadium ist über dasjenige, welches das Bestattungswesen als Sitte bei allen Völkern durchgemacht, nicht weniger herausgewachsen, als über seine zweite Epoche, in welcher zur Sitte das bürgerliche Recht hinzutrat (die Fragen nach dem Privatrecht der Bestattung und nach dem rechtlichen Tode des Abwesenden — neben dem wirklichen). An das einfache Recht auf die Bestattung (im Erdgrabe) als solche knüpften sich bereits in der zweiten Hälfte des vorigen und in den ersten Dezennien dieses Jahrhunderts Anschauungen über ein öffentliches Recht, die vorerst gebunden schienen an gewisse kirchliche Rechtsgrundsätze und an den Druck, welchen die zunehmende Dichtigkeit der Bevölkerungen auf sie ausüben mußte. Unter dem unmittelbaren Einfluß dieser Rechtsanschauungen durfte sich das sanitäre Toten- und Begräbniswesen herausbilden, ein durch die Beihilfe der Sanitätsordnungen und der hygienischen Wissenschaft abgerundetes, in seinen selbständigen Rechtsbegriffen und wohldurchdachten polizeilichen Sanitätsgesetzen und -anstalten bereits eine gewisse Vollkommenheit vortäuschendes System.

Wenn aber während des neunzehnten Jahrhunderts nunmehr an dieses System sich noch ein neues, das statistische Prinzip angeschlossen

hat, welches nicht bloß mehr den Tod und die Bestattung, sondern auch die Todesart öffentlich feststellen will[28], so folgt bereits aus der Anerkennung des Prinzips seine Verwirklichung durch öffentliche Kosten. Noch eindringlicher rechtfertigt sich diese Notwendigkeit, die Totenschau durch Reichsmittel (Staatsmittel) zu regeln, durch ihren ausgesprochenen Zweck, in der öffentlichen Feststellung der Todesart das Mittel zu erlangen, hygienische Ursachen und Wirkungen zu erkennen, und das Verständnis des Ablebens — und zwar des durch keine Gewaltursache bedingten Ablebens ebenso wie des durch Verschuldung eines anderen oder des durch eine ungewohnte Seuche herbeigeführten Todes — zum Verständnis dessen zu erheben und auszubilden, was für die Lebenden heilsam ist.

Die Beratungen über ein Leichenschaugesetz, wie sie zuerst im deutschen Reichstage im Januar 1875 (dann in mehrfacher Wiederholung) stattgefunden haben, mußten darauf führen, das zu erhoffende Gesetz nicht in zu nahe Verbindung zu setzen mit dem Personenstandsgesetz, daß es vielmehr durchzuschlagen befähigt sein dürfte als ein unentbehrliches Grundprinzip und hauptsächlichstes Teilstück der Reichsmedizinalstatistik. Die wesentlichsten Formen, welche die Todesbescheinigung haben müßte, stehen wohl fest. Sie muß erkennen lassen den Sterbeort, den Vor- und Familiennamen des Verstorbenen, Geburtsjahr, Geburtstag, Familienstand, Beruf, Tag und Stunde des erfolgten Ablebens, das Wodurch? des Ablebens, das Verhältnis des Verstorbenen zum Totenschauer (Arzte), die Merkmale des Todes, die Ausschließung von Verletzungen und der Ansteckungsfähigkeit der tötlichen Krankheit, im Gegenfalle die gegen die Weiterverbreitung getroffenen Maßnahmen, eine Angabe über etwaige Wiederbelebungsversuche. (Diese Aufstellung hat sich bei den Berliner Todesbescheinigungen durchaus bewährt.)

Unwidersprochen bewährt hat sich ferner an allen Plätzen, wo es zur Einführung und praktischen Prüfung gelangt ist, das

System der Todesursachen nach Virchow.

(Benutzt im statistischen Amt der Stadt Berlin mit den während der Benutzung dieses Systems eingeführten Veränderungen. — Um eine einheitliche Bearbeitung der Todesfälle in den verschiedenen Städten zu ermöglichen, sind auch die in den Totenscheinen hier und da vorkommenden unvollkommenen Bezeichnungen in Klammern [ ] aufgeführt.)

I. Infektionskrankheiten.

1. Masern, Morbilli, Röteln [nervöse Masern].
2. Scharlach, Scarlatina, Scharlachbräune, Scharlachwassersucht, [typhöses Scharlach,] Scharlachnierenentzündung.
3. Pocken, Variola, Variolois, Varicella, natürliche, modifizierte, [blutige] Menschenblattern; Windblattern, [auch Lungenschlag mit Pockengift].
4. Rose, Erysipelas, Wander-, Blatter-, Brand-, Haut-, Kopfrose, Rotlauf, Blasenrotlauf.
5. Rachen- und Mandelbräune, Diphtheria, Diphtheritis, [diphtheritische Geschwüre, diphtheritische Bräune,] brandige Bräune, Mundfäule, brandige Rachenentzündung, brandige Entzündung der Mundschleimhaut, diphtheritische Blutzersetzung.
6. Croup, Angina membranacea, Laryngitis fibrinosa, häutige Bräune, Kehlkopfbräune, Luftröhrenbräune.
7. Keuchhusten, Tussis convulsiva, Stickhusten, einschliefslich Stimmritzenkrampf, Spasmus glottidis.
8. Grippe, Influenza.
9. a) Eitervergiftung, Pyaemia, auch Septhaemia (Septikämie, Blutvergiftung, Eiterfieber, Wundfieber).
   b) Hospitalbrand, Gangraena nosocomialis.

10. Kindbettfieber, Febris puerperalis, Wochenbettfieber, Gebärmutterbrand, Gebärmutterdiphtherie, [Entbindungsfieber,] einschl. Unterleibsentzündung während und nach der Geburt (Peritonitis puerperalis).
11. Karbunkel, Anthrax vulgaris.
12. Abdominaltyphus, Typhus abdominalis (Typhoidfieber), Unterleibstyphus, Schleimfieber, Nervenfieber, [typhöses Fieber, Faulfieber, Gehirntyphus].
13. Fleckfieber, Typhus exanthematicus, Typhus petechialis, Flecktyphus, Ausschlagtyphus.
14. Rückfallfieber, Febris recurrens, Rückfalltyphus.
15. Ruhr, Dysenteria. Rote, weifse, Gallen-, Darmruhr, Darmdiphtherie.
16. Epidemische Cholera, Cholera asiatica s. epidemica.
17. Mumps, Parotitis epidemica s. maligna, Ziegenpeter, epid., bösartige Ohrspeicheldrüsenentzündung.
18. Epidemische Genickstarre, Meningitis (Arachnitis) cerebrospinalis epidemica.
19. Kaltes Fieber, Febris intermittens, Wechselfieber.
20. Akuter Gelenkrheumatismus, Rheumatismus, rheumatisches Fieber.
21. Syphilis.
22. Sonstige Infektionskrankheiten, z. B. Blasendiphtherie, diphther. Augenentzündung, Frieseln (Miliaria).

II. Zoonosen

(von Tieren übertragene Krankheiten).

23. a) Hundswut, Hydrophobia.
    b) Milzbrand, Pustula maligna (Anthrax contagiosus).
    c) Rotzkrankheit, Malleus humidus.

III. Vergiftungen.

24. Tierische und pflanzliche Gifte, z. B. Schlangenbifs, Morsus serpentis; Opium, Nikotin etc.
25. Mineralische Gifte.
    a) akute Vergiftung,
    b) chronische Vergiftung (Bleikolik).
26. Giftige Gase, Kohlendampf, Leuchtgas, Erstickung durch Gase.
27. Trunksucht, Alkoholismus, Delirium tremens.

IV. Parasiten.

28. Trichinen, Trichinosis.
29. Sonstige Wurmkrankheiten, Blasenwürmer (Cystica), namentlich Echinococcus, Cysticercus [Finnen] und sonstige Entozoen, Wurmfieber, Helminthiasis.
30. Schwämmchen, Aphthae, Soor [Stomatitis mycotica].

V. Tod durch äufsere Einwirkungen, gewaltsamer Tod.

31. a) Verbrennung und Verbrühung, Brandwunden.
    b) Erfrieren.
    c) Ertrinken.
    d) Erhängen, Erdrosseln, Strangulation.
    e) Ersticken, Asphyxia.
    f) Hitzschlag, Sonnenstich, Insolatio.
    g) Blitzschlag.
    h) Explosion.
    i) Ueberfahren und durch Maschinen getötet.
    k) Sturz und Schlag, Schädelbruch, Schädelverletzung, Hirnerschütterung.
    l) Schufswunde.
    m) Stich-, Schnitt- und Bifswunde.
    n) Folgen der Operation, Verblutung.

VI. Störungen der Entwickelung und Ernährung.

(Entwickelungskrankheiten, konstitutionelle Krankheiten.)

32. Lebensschwäche der Neugeborenen, Debilitas et asphyxia neonatorum, Mangel an Atembewegung, Kopfblutgeschwulst, Entwickelungshemmung.
33. Bildungsfehler, Vitia primae formationis [z. B. gespaltenes Rückgrat, Afterverschlufs, Mangel des Mastdarmendes, Rückenmarkswassersucht, Wolfsrachen, Gehirnbruch u. s. w.].
34. Zahnen, Dentitio. [Zahndurchbruch, Zahnkrampf, Zahnfieber.]

35. Englische Krankheit, Rachitis, weicher Hinterkopf, Craniotabes.
36. Schwindsucht der Kinder, Atrophia infantum acquisita, Atrophie der Kinder.
37. Drüsenabzehrung, Scrofulosis, [Skrofeln, Bauchskrofeln, innere Drüsenentzündung, Drüsengeschwür, Drüsenleiden, Drüsenanschwellung,] Drüsenkrankheit, Drüsenvereiterung, Drüsenverhärtung, Drüsenfieber, [Tuberkolose der Drüsen].
38. Erschöpfung, Inanitio, Entkräftung, [Abzehrung (Abmagerung), schleichendes Fieber, Zehrfieber].
39. Altersschwäche, Marasmus senilis.
40. Brand der Alten, Gangraena senilis.
41. Brand, Gangraena.
    a) Brandgeschwür, Ulcus gangraenosum.
    b) Druckbrand, Decubitus, brandiges Durchliegen.
    c) Wasserkrebs, Noma, Cancer aquaticus.
42. a) Krebs und Geschwülste (Carcinoma et tumores alii). Alle Arten von Krebs, Brustkrebs, Markschwamm, Speicheldrüsenverhärtung, Leberschwamm, Blutschwamm, Schädelgeschwulst, Wirbelsäulengeschwulst, Gehirngeschwulst (Tum. cerebri), Nasenpolyp, Ohrenpolyp, Geschwulst am Halse, Unterleibsgeschwulst, Gewächs im Leibe.
    b) Neubildungen an der Gebärmutter, Gebärmutterverhärtung, Gebärmuttergeschwulst, Gebärmutterpolyp, Fibroid (Fibromyoma), Gebärmutterkrebs (Carcinoma uteri).
43. Kropf, Struma.
44. a) Skorbut, Scorbutus.
    b) Blutfleckenkrankheit, Morbus masculosus Werlhofii, Purpura [haemorrhagica].
    c) Bluterkrankheit, Haemophilia, Haemorrhaphilia [Blutzersetzung, Blutentmischung, Säfteentmischung, freiwillige Blutungen].
45. Blutmangel, Anaemia. [Blutleere,] Bleichsucht, Chlorosis.
46. Weifsblütigkeit, Leucaemia.
47. Wassersucht, Hydrops.
48. Zuckerkrankheit, Diabetes mellitus, Meliturie, Harnruhr, Zuckeruhr.
49. Gicht, Arthritis [vera].
50. Bronzekrankheit, Morbus Addisonii.
51. Sonstige Störungen der Ernährung und Entwickelung.

VII. Krankheiten der Organe.

A. Krankheiten der Haut und Muskeln.

[Unbestimmte Hautkrankheiten, Hautausschlag, Flechten, Blasenausschlag, Hautentzündung, Ausschlagfieber.]

52. Blutschwärsucht, Furunculosis, [Blutgeschwür, Eiterbeule].
53. Zellgewebeentzündung, Phlegmone, Zellgewebevereiterung, Sehnenscheidenentzündung, [Eitergeschwulst,] [Muskelvereiterung,] Lymphgefäfsentzündung, [Zellhautentzündung].
54. Zellgewebeverhärtung der Neugeborenen, Induratio telae cellulosae neonatorum, [Bindegewebeverhärtung].
55. Nabelentzündung, Omphalitis, Nabelvereiterung, Nabelbrand, Nabelgefäfsentzündung, Nabelarterienentzündung.
56. Sonstige Krankheiten der Haut und des Zellgewebes, Pemphigus, Eczema.
57. Progressive Muskelentartung, Atrophia musculorum progressiva.

B. Krankheiten der Knochen und Gelenke.

58. Knochen- und Gelenkentzündung, Ostitis, Knochenhautentzündung (Periostitis), Knochenmarkentzündung (Osteomyelitis), Knocheneiterung (Caries), Knochenbrand (Necrosis), Gelenkeiterung (Pyarthros), chronischer Rheumatismus.
59. Knochenerweichung, Osteomalacia.

C. Krankheiten des Gefäfssystems.

60. a) Herzbeutelentzündung, Pericarditis.
    b) Wassersucht des Herzbeutels, Hydropericardium.
61. Herzvergröfserung, Hypertrophia et dilatatio cordis, Herzerweiterung.
62. Herzfehler, Vitia cordis, org. Herzkrankheit, Herzklappenfehler, Blausucht (Cyanosis).
63. Zerreifsung des Herzens, Ruptura cordis.
64. Herzlähmung, Paralysis cordis. Herzschlag (Apoplexia cordis), Herzkrampf, Herzverfettung, Fettherz.
65. Arterienkrankheiten, Arteriarum morbi. Aortenerweiterung, Aneurysma [Schlag-

adererweiterung, Pulsadergeschwulst]. Arterienverstopfung, Embolia. Schlagaderrifs, [Bersten eines Blutgefäfses].

66. Venenkrankheiten, Venarum morbi. Aderbruch, Krampfaderbruch (Varix). Venenentzündung (Phlebitis), [Aderverhärtung, Aderentzündung,] Blutgefäfsverstopfung, Venenverstopfung (Thrombosis), Pfortaderentzündung (Pylephlebitis).

D. Krankheiten des Nervensystems und der Sinnesorgane.

67. Hirnhautentzündung, Meningitis, Entzündung der harten Hirnhaut (Pachymeningitis), Entzündung der weichen Hirnhaut (Arachnitis).
68. Tuberkulöse Hirnhautentzündung, Meningitis (Arachnitis) tuberculosa s. granulosa.
69. Gehirnhöhlenwassersucht, Hydrocephalus internus, Gehirnwassersucht, Wasserkopf, Wasserschlag.
70. a) Gehirnentzündung, Encephalitis, einschl. Eiterung, Gehirnabscefs, Gehirntuberkeln, Gehirnskropheln.
    b) Gehirnerweichung, Encephalomalacia.
71. Gehirnschlag, Apoplexia sive haemorrhagia cerebri, Schlaganfall, Blutschlagflufs, Gehirnblutung.
72. Gehirnlähmung und Nervenschlag, Paralysis cerebri, Gehirnödem, Congestionen nach dem Gehirn, Gehirnanämie, [Paralyse].
73. Geisteskrankheit, Mania, Blödsinn, [Schwäche, Erschöpfung nach Tobsucht,] allgemeine progressive Paralyse.
74. Rückenmarksentzündung, Myelitis, Rückenmarkshautentzündung, Meningitis spinalis.
75. Rückenmarksschwindsucht, Tabes dorsualis, Rückenmarksdarre.
76. Rückenmarkslähmung, Paralysis spinalis, Rückenmarkserweichung.
77. a) Eklampsie der Gebärenden und Wöchnerinnen, Eclampsia puerperarum.
    b) Eklampsie der Schwangeren, Eclampsia gravidarum.
78. Fallsucht, Epilepsia, Veitstanz, Chorea.
79. Starrkrampf, Tetanus et trismus, Wundstarrkrampf, Kinnbackenkrampf (Mundklemme).
80. Sonstige Krämpfe, Spasmi et convulsiones, Eklampsie der Kinder und sonstige Nervenkrankheiten, Gehirnreizung, [Kopfreifsen, Kopfkrampf, Reflexkrampf, Schüttellähmung].
81. Ohrenkrankheiten, Morbi aurium.
82. Augenkrankheiten, Morbi oculorum [z. B. Augenentzündung, Vereiterung der Augen].

E. Krankheiten der Respirationsorgane.

83. Kehlkopfentzündung, Laryngitis, Entzündung der Luftröhre, Luftröhrenkatarrh.
84. Kehlkopfverengung, Laryngostenosis.
85. Halsschwindsucht, Phthisis laryngea et trachealis, Kehlkopfschwindsucht, [Halsdrüsenentzündung].
86. Akute Bronchitis, Bronchitis acuta, Kapillarbronchitis, Katarrhalfieber, [Schnupfen].
87. Chron. Bronchialkatarrh, Bronchitis chronica, [Lungenschleimflufs,] chron. Katarrh, Catarrhus senilis, Lungenkatarrh, Lungenverschleimung, [Schleimsucht, Luftröhrenverschleimung, Hustenkatarrh].
88. Lungenentzündung, Pneumonia.
89. Lungenschwindsucht, Phthisis pulmonum, Schwindsucht, Tuberkulose, gallop. Schwindsucht, [Lungenknoten,] Lungenabzehrung, [Brustkrankheit,] Lungenvereiterung, Lungenabscefs, Lungengeschwür, Lungensucht, Zehrhusten, [organ. Brustleiden,] hektisches Fieber, Miliartuberkulose.
90. Lungenblutsturz, Haemoptoë, Bluthusten, Blutsturz, [Lungenblutung, Lungenzerreifsung].
91. Lungenemphysem, Emphysema pulm., Asthma, [Lungenkrampf, Brustkrampf, Engbrüstigkeit, Erstickungskatarrh, Lungenerweiterung].
92. Lungenbrand, Gangraena pulmonum.
93. Lungenlähmung, Paralysis pulm., Lungenödem, (Oedema pulm.). Lungenschlag (Apoplexia pulm.).
94. Brustfellentzündung, Pleuritis, Rippenfellentzündung, Lungenfellentzündung, Eiterbrust, [Brustfistel, Seitenstechen].
95. Brustwassersucht, Hydrothorax.
96. Luftaustritt in die Brusthöhle, Pneumothorax.

F. Krankheiten des Verdauungsapparates.

97. Krankheiten der Zunge, Morbi linguae, [Zungenvereiterung].
98. Krankheiten der Ohrspeicheldrüse, Morbi parotidis, [Ohrspeicheldrüsenerweiterung].

98a. Halsentzündung, Pharyngitis, Rachenkatarrh, Halsabscefs.
99. Krankheiten der Speiseröhre, Morbi oesophagi, [Speiseröhrenverengung, Speiseröhrenentzündung].
100. Unterleibsentzündung, Peritonitis, Vereiterung im Unterleibe, Unterleibsabscefs, [Bauchhöhlenabscefs.] Beckenabscefs, [Unterleibsfistel,] Darmfistel, Mastdarmfistel.
101. Bauchwassersucht, Ascites.
102. Brüche, Herniae, Bauchbruch, Leistenbruch, [brandiger Bruch,] Nabelbruch, Unterleibsbruch, Darmeinklemmung, Brucheinklemmung (Hernia incarcerata), Mastdarmvorfall (Prolapsus recti).
103. Darmverschlufs, Ileus, Darmverengerung, Darmerweiterung, [Darmverstopfung, Darmverschiebung,] innere Einklemmung (Incarceratio interna), Kotverhaltung, Koterbrechen (Miserere), Darmeinschiebung (Intussusceptio), Darmverschlingung (Volvulus), Darmverschliefsung (Enterostenosis).
104. Magenkatarrh, Febris gastrica, Catarrhus ventriculi, Magenerweichung, Magenentzündung, Gastritis, [Magenfieber,] chronisches Erbrechen [Vomitus chronicus].
105. Magengeschwüre, Ulcus ventriculi, Magenfistel, Magenperforation (Durchbohrung), Magenkrampf.
106. Magenverengerung, Stenosis ventriculi, Magenverhärtung, organ. Magenleiden.
107. Bluterbrechen, Haematomesis, Magenblutung.
108. Darmblutung, Haemorrhagia intestinorum, Mastdarmblutung, Hämorrhoiden.
109. Darmzerreifsung, Ruptura intestinorum, Darmdurchbohrung (Perforatio intestini), [Darmergufs, Darmbrand].
110. Durchfall, Diarrhoea, Sommerdurchfall, Darmkatarrh, [Verdauungsschwäche].
111. Kinderdurchfall, Diarrhoea infantum, Zahnruhr, Zahndurchfall, Verdauungsschwäche der Neugeborenen.
112. Brechdurchfall, Cholera nostras s. sporadica, Brechruhr, Cholerine.
113. Magen- und Darmentzündung, Gastroenteritis, Blinddarmentzündung, Typhlitis, Perityphlitis.
113a. Magen- und Darmkatarrh.
114. Darmkrampf, Spasmus intestinorum, Darmkolik, [Dolores colici,] Kolik, Trommelsucht (Meteorismus, Tympanites), Blähsucht.
115. Unterleibsschwindsucht, Phthisis intestinalis, Darmschwindsucht, Darmgeschwüre, Darmtuberkeln, Unterleibsabzehrung.
116. Gekrösschwindsucht, Phthisis mesenterica, Gekrösdrüsenvereiterung, [Unterleibsdrüsen, Gekrösfieber, Darmverhärtung].
117. Sonstige Unterleibskrankheiten, Intestinorum morbi, [Unterleibsleiden, Unterleibskrankheit, Unterleibsgeschwür, organische Leiden im Unterleibe, Unterleibsfieber, Unterleibsschwäche, Darmleiden].
118. Krankheiten der Milz, Morbi lienis, Milztumor (Tumor lienis), Milzvergröfserung, [Milzverhärtung, Milzanschwellung,] Milzentzündung, Splenitis.
119. Gallensteine, Cholelithiasis, Gallensteinkolik.
120. Gelbsucht, Icterus, Gallenfieber (Gelbsucht der Neugeborenen).
121. Leberentzündung, Hepatitis, Leberabscefs, [Lebervereiterung,] Leberverschwärung.
122. Akute Leberatrophie, Atrophia hepatis acuta, Lebererweichung.
123. Chronische Leberatrophie, Atrophia hepatis chronica, Leberverhärtung, [Leberanschwellung, Lebervergröfserung, Leberentartung, organ. Leberleiden, Leberschrumpfung,] Lebercirrhose.

G. Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane.

124. Entzündung und Lähmung der Harnwege (Harnröhre und Harnblase), Cystitis et urethritis, einschl. Blasenkatarrh, Blasenvereiterung, Blasenbrand, Blasenkrampf, Urinverhaltung.
125. Sonstige Leiden der Blase, der männlichen Geschlechtsteile und der Prostata, einschl. Harnröhrenverengerung, Harnröhren- und Blasenfistel.
126. Harnvergiftung, Uraemia, Harninfiltration.
127. Steinkrankheit, Lithiasis, Blasenstein, Nierenstein.
128. Nierenentzündung, Nephritis. Bright'sche Krankheit, Nephritis albuminosa, [Eiweifskrankheit,] Nierenschrumpfung, [Nierenatrophie,] Granularatrophie, Nierenwassersucht, Hydronephrosis.
129. Nierenvereiterung, Nephritis purulenta, Nephrophthisis.

H. Krankheiten der weiblichen Geschlechtsorgane.

130. Bauchschwangerschaft (Graviditas extrauterina), [abnorme Schwangerschaften, Schwangerschaft um unrechten Ort,] Tubenschwangerschaft.
130a. Zufälle der Schwangerschaft, Morbi gravidarum, Blutungen in der Schwangerschaft, Placenta praevia, einschl. Brustdrüsenentzündung, Brustdrüsenabscefs, Mastitis.

131. **Fehlgeburt, Abortus.**
132. **Gebärmutterrifs, Ruptura uteri, [Gebärmutterdurchreibung].**
133. Folgen der Entbindung, Sequelae puerperii, Blutungen während der Geburt und im Wochenbett, Metrorrhagia puerperalis.
134. Gebärmutterblutung aufserhalb der Geburt und des Wochenbettes, Metrorrhagia non puerperalis.
135. Gebärmutterentzündung und sonstige Gebärmutterleiden aufserhalb der Geburt und und des Wochenbettes, Metritis non puerperalis, Gebärmuttervereiterung, [Gebärmutterleiden, Gebärmutterverengung, Gebärmutterkrämpfe].
136. Eierstockswassersucht, Hydrops ovarii, Eierstocksgewächs, Eierstocksgeschwulst.
137. Eierstocksentzündung, Oophoritis, sonstige Eierstockskrankheiten.

138. **VIII. Unbestimmte oder nicht angegebene Krankheiten**

[z. B. Entzündungsfieber, Eitererguſs, Schleimhautentzündung, Entzündung der Nasenschleimhaut, Entzündung, innere Entzündung, innere Krankheit etc.].

Daß der allzu ausgedehnte Gebrauch von der Rubrik „Unbestimmte Krankheiten“ ein sehr erheblicher Mangel der meisten bis jetzt eingeführten Leichenschauveranstaltungen ist und ihre Verwertbarkeit sehr beeinträchtigt, wurde bereits angedeutet.

Ein zweiter, zu nicht geringen Ungleichmäßigkeiten in den auf Todesbescheinigungen aufgebauten Sterbestatistiken führender Uebelstand liegt in dem ungleichmäßigen Verfahren mit der Verzeichnung der Totgeburten. Die verschiedenen Länder schalten die Totgeburten mit verschiedener Genauigkeit aus, andere beziehen sie in weit abweichenden Grenzen in die Mortalitätsziffern ein. So berechnen sich sehr oft (nordamerikanische Städte) auf der einen Seite viel zu günstige, auf der anderen (die meisten deutschen Staaten) viel zu ungünstige Mortalitätsangaben pro Mille und Jahr. Auch in Preußen drohte aus der Ungleichmäßigkeit in den Anzeigen, welche über Totgeburten den Standesbeamten seitens der Hebammen erstattet werden, eine Schädigung des Wertes der Sterbe- (wie der Geburts-)Statistik hervorzugehen, da viele Hebammen solche Totgeburten zur Anzeige brachten, welche vor Ablauf des 7. Kalendermonats der Fruchtentwickelung stattgefunden hatten [29]. Um hier eine gleichmäßige Begrenzung des Begriffs der Totgeburt zu erzielen wurde am 17. Dezember 1889 durch ministeriellen Erlaß angeordnet, daß alle Hebammen unter Hinweisung auf die §§ 42 und 71 des preußischen Hebammenlehrbuchs angewiesen werden sollten, diejenigen Leibesfrüchte zur Eintragung in die Standesregister nicht anzumelden, welche erkennbar vor dem 210. Tage (Ablauf des 7. Monats der Fötalentwickelung) ausgestoßen wurden.

Es sei endlich darauf hingedeutet, daß das Berliner Totenscheinformular noch mehrere Fragen über die genaueren Wohnungsverhältnisse des Verstorbenen resp. den Namen der Krankenanstalt, in welcher der Tod erfolgte (bei unterjährigen Kindern auch Auslassungen über deren vorangegangene Ernährungsweise) enthält. Nach diesem Muster sind auch die Totenscheine anderer Städte, welche mittelst polizeilichen Ortsstatuts eine Totenschau eingeführt haben, unter einigen Weglassungen, eingerichtet. Die amtlichen Auskünfte seitens der Leichenschauer in Bayern (zum weitaus größeren Teil Nichtärzte) sind ungleich weniger vollständig.

1) **Devergie**, *Les signes de la mort réelle*, *Bull. de l'acad. de méd.* (1873) *No.* 48, 49.
2) *Nach* **Strohl**, *De la rigidité cadavérique et d'un nouveau signe de la mort*, *Ann. d'hyg. publ.* 1869 *Avril.*
3) **J. V. Laborde**, *Recherches expérimentales sur quelques phénomènes de la vie et sur*

leur application à la détermination de la mort apparente et de la mort réelle, Gaz. hebd. (1871) *No.* 38, 39, 44.

4) **Van Gheel**, *Signe de la mort produit par l'oxydation des aiguilles d'acier mises dans les tissus, Gaz. des hôp.* (1871) *No.* 87, 89.
5) **H. Magnus**, *Ein sicheres Zeichen des eingetretenen Todes für Aerzte und Laien, Virch. Archiv* 55. *Bd.* 511.
6) **L. Rosenthal**, *Untersuchungen und Beobachtungen über das Absterben der Muskeln und den Scheintod, Wien. med. Presse* (1872) *No.* 15.
7) **Delagrée**, *De la considération prompte et facile de la mort réelle, Journ. des connaiss. méd.* 1870 *Mai.*
8) **Poncet**, *Signe de la mort tirée de l'examen du fond de l'oeil, Arch. gén. de méd.* 1870 *Avril.*
9) **Aug. Müller**, *Des signes de la mort fournis par l'appareil de la vision, Thèse Strassbourg* (1871).
10) **Duboux**, *Nouveau signe de la mort, Compt. rend.* 1870 *No.* 24.
11) **Bouchut**, *Sur un nouveau signe de la mort, tiré de la pneumatose des veines rétiniennes, Compt. rend.* 78. *Bd.* 631.
12) **Gayat**, *Phénomènes ophthalmoscopiques invoqués comme signes de la mort, Ann. d'ocul.* (1875) 1, 2.
13) **Bouchut**, *De la mort apparente, Gaz. des hôp.* 1869 *No.* 31.
14) **E. Bouchut**, *Les signes de la mort etc., Annales d'hyg.* 12. *Bd.* 77, *Paris* 1884.
15) **Rosenthal**, *Ueber die neuesten und sichersten Ermittelungen des Scheintodes, Wien. med. Prssse* (1876) *No.* 14.
16) **Lorenz von Stein**, *Das Gesundheitswesen*, 2. *Auflage, Stuttgart* (1882) 206—215.
17) **Zellner**, *Die gerichtliche Totenbeschau in England, Wien. med. Bl.* 5. *Bd.* 881, 911, 947, 973, 1006.
18) **H. O. Marcy**, *The coroner system in the United States, nach Hygien. Rundschau* 1. *Bd.* 274.
19) **Grotefend**, *Das Leichen- und Begräbniswesen im preufsischen Staate, bes. für Polizei- und Medizinalbeamte, Pfarrer und Kirchenvorstände bearbeitet, Arnsberg* (1870).
20) **Mair**, *Die Reformbestrebungen im bayrischen Leichenschauwesen, Bayr. Int.-Bl.* (1877) *No.* 40.
21) **Rob. Volz**, *Zur Einführung einer Mortalitätsstatistik, V. f. öff. Ges.* 4. *Bd.* 200.
22) *Die Leichenschau im Grofsherzogtum Baden, V. f. öff. Ges.* 4. *Bd.* 201.
23) **Märklin**, *Petition des Niederrhein. Vereins f. öff. Ges. an den hohen Deutschen Reichstag, betr. den Erlafs eines Ges. über die obligatorische Leichenschau, Korresp.-Bl. d. Vereins etc.* (1875) 38.
24) *Die obligatorische Leichenschau, D. Med.-Ztg.* (1885) 297.
25) *Die obligatorische Leichenschau vor dem Deutschen Reichstage und vor der Kommission für Reichsmedizinalstatistik, V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* (1875) 464.
26) *Entwurf eines Gesetzes über Leichenschau, V. f. öff. Ges.* 10. *Bd.* 558 (*Autor: das Kaiserl. Ges.-Amt*).
27) *Erklärung über die Emanation eines Leichenschaugesetzes, V. f. öff. Ges.* 8. *Bd.* (1876) 96.
28) **Beneke**, *Welche Mafsregeln müssen genommen werden, um eine allgemeine Mortalitätsstatistik durchführen zu können? V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* 292.
29) **C. Skrzeczka**, *Leichnam, Lebensfähigkeit, Monstrum. VJS. f. gerichtl. Med. N. F.* 3. *Bd.* 263.

ZWEITER ABSCHNITT.

Verschiedenes Verfahren mit Leichen in der Zeit von der Todesfeststellung bis zur endgültigen Bestattung.

I. Die Sterbewohnung und die Leichenhalle.

Für das praktische Leben wie für die von der Gesundheitspolizei zu erfüllenden Aufgaben trennt sich der Weg, welcher mit bedenklichen, mit unbekannten, mit Rücksicht auf Selbstmord oder Verbrechen näher zu erforschenden und aus dem Sterbeorte zu verbringenden Leichen einzuschlagen ist, von der Fürsorge für Leichen, bei denen weder eine Ortsveränderung noch sonstige Komplikationen besondere Zwischenfälle bedingen — vom Zeitpunkt der Totenschau bis zur endgültigen Bestattung. Die Gegenüberstellung der eines „natürlichen Todes" und an einer „nicht übertragungsfähigen" Krankheit Verstorbenen wird sich durch das Nachfolgende genügend rechtfertigen. Dahin zu wirken, daß alle Leichen möglichst bald aus der Sterbewohnung entfernt werden, wird jetzt als eine unumgängliche Aufgabe der öffentlichen Gesundheitspflege anerkannt. Leichen sind Fäulnisquellen, sie verderben die Luft der Wohnungen, belästigen die Einwohner von Miets- und Familienhäusern. Je enger die Wohnungen, desto schwerer die sich ergebende Belästigung.

Jedoch treten beschränkte Verzögerungen hinsichtlich des Wegschaffens der Leichen aus der Sterbewohnung bereits ein infolge der Bestimmungen, welche die ordnungsmäßigen Eintragungen regeln. In Deutschland bestimmt das Reichsgesetz betreffend die Beurkundung des Personenstandes vom 6. Februar 1875 in seinen §§ 56 resp. 60: „Jeder Sterbefall ist spätestens am nächstfolgenden Wochentage dem Standesbeamten des Bezirks, in welchem der Tod erfolgt, anzuzeigen" — und: „Ohne Genehmigung der Ortspolizeibehörde darf keine Beerdigung vor der Eintragung des Sterbefalles in das Sterberegister stattfinden. Ist die Beerdigung dieser Vorschrift entgegen geschehen, so darf die Eintragung des Sterbefalles nur mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde nach Ermittelung des Sachverhalts erfolgen."

In den meisten Ländern gilt hinsichtlich der Frist die Bestimmung[1], daß 72 Stunden nach dem Tode verflossen sein müssen, ehe die Beerdigung zu erlauben ist; das gothaische Statut fügt hinzu, daß ohne besondere Genehmigung der Sanitätsbehörden eine Verzögerung der Bestattung über die Zeit von 4 $\times$ 24 Stunden unstatthaft sein soll: eine selbst in größeren Städten zuweilen noch erforderliche, weil nicht selten überschrittene Bestimmung.

Vor dem Einsargen und der Ueberführung des Leichnams nach einer provisorischen Aufenthaltsstätte ist das Reinigen und das Anziehen des Toten fast überall Sitte. Beide Akte unterliegen hygienischen Gesichtspunkten für unbeanstandete Leichen nicht, sobald sie von Personen bewirkt werden, deren Thätigkeit sich auf diesen Erwerb beschränkt oder die doch wenigstens nicht solchen Erwerben nachgehen, die sie mit leicht zu schädigenden Dritten während und nach dem Umgehen mit Leichen zusammenbringen[2]. In erster Reihe kommt hier das niedere Heilpersonal, und die Hebammen ganz besonders, in Betracht, weil ihre Beschäftigung — mit den vulnerablen Geschlechtsteilen Kreisender und Entbundener, auch mit der zarten Hautbedeckung der Neugeborenen — solche Schädigungen nach allgemeiner Annahme ungemein leicht zur Folge haben kann. Hier braucht es sich noch nicht um Leichen von Ansteckungskranken, um spezifischen Ansteckungsstoff oder um Leichengift zu handeln, da zur Hervorrufung mancher Wochenbettskrankheiten schon die Verunreinigung mit fauligen Stoffen genügt, wie sie mit Wahrscheinlichkeit an jeder Leiche haften. Nicht ohne harte Kämpfe ist, unter Anlehnung an die praktische Hygiene des Wochenbettes und mit Zuhilfenahme von Zwangsverfügungen in den östlichen Regierungsbezirken Preußens, wo den Hebammen dem Herkommen gemäß das Leichenwaschen und Leichenanziehen ganz besonders häufig ablag, dieser Zusammenhang gelockert, wenn auch bis jetzt keineswegs ganz gelöst worden.

Eine geringere Bedeutung hat das Rasieren der Leichen, da die Inhaber frequenter Barbiergeschäfte diese Thätigkeit meistens ablehnen und, wo sie ausgeübt wird, auch wohl ausnahmslos eigene sonst nicht weiter benutzte Messer für diesen Zweck zurückgelegt werden. Wenigstens haben Schädigungen der Lebenden auf diesem Wege — Infektionen, Leichengiftübertragungen — bis jetzt zu eingehenderen Untersuchungen nicht Veranlassung geboten.

Die Leichengift-Frage betrifft vielmehr noch immer, wo das Gift von Menschenleichen ausging, die Anatomen und Anatomieschüler, seltener die pathologischen Anatomen. Das seiner Natur nach noch ganz unbekannte Ferment, wie es gerade nach den unbedeutendsten Verletzungen (Stich- und Rißwunden kleinster Ausdehnung) bei den Sektionen eindringt und heftige Entzündungen der Hand, der Lymphdrüsen des Armes, des Zellgewebes am Arm und mitunter den Tod zur Folge hat, scheint in Leichen aller Art, besonders auch in sehr frühem Zersetzungs- und Fäulnisstadium sich bilden zu können. Mit den (allerdings durch Sektionen ebenfalls übertragbaren) spezifischen Ansteckungsstoffen des Milzbrandes, des Rotzes, der Diphtherie, der Syphilis, der Blattern hat das Leichengift nichts zu thun. Auf die Leichenalkaloide (Ptomaine) wird unsere Darstellung, wenngleich sie ihrer Hauptwichtigkeit nach der forensischen Chemie näher stehen, noch aus einem anderen Anlaß zurückzukommen haben. Man schützt sich, wo eine vermutliche Aufnahme von Leichengift stattgefunden hat, durch antiseptisches

Auswaschen der kleinen Wunden und Aetzen mit konzentrierter Essigsäure oder ähnlich wirkenden Mitteln.

Beschädigungen der Lebenden durch die in den Wohnungen verbleibenden Leichen sind unmittelbar zu besorgen, wo es sich um Verstorbene, die an ansteckenden Krankheiten gelitten haben, handelt. Daher sollen Leichen von an Cholera, Pocken, Diphtherie, Ruhr oder an einer Typhusart Verstorbenen nach Feststellung des Todes ohne Waschung eingesargt, in ein mit 5-prozentiger Karbollösung reichlich getränktes Leichentuch gehüllt und thunlichst bald aus den Wohnungen weggeschafft werden. Um die Dringlichkeitsfrage in betreff der Wohnungsverhältnisse entscheiden zu können, ist für manche Großstädte, welche Leichenschau haben, die zweckmäßige Einrichtung getroffen, auf den Totenscheinen die Fragen beantworten zu lassen:

a) Aus wie vielen Zimmern besteht die Wohnung?

b) Wie viele Personen (inkl. des Verstorbenen) bewohnen dieselbe?

so in Wien und Berlin. Auch die einfache Berührung neben dem Waschen (Ankleiden) der Leichen muß unter Beschränkungen gestellt, unter Umständen auch die Veranstaltung von Leichenfeierlichkeiten inhibiert werden, wenn die Wohnungen so eng sind, wie es in den meisten Großstädten, oder so mangelhaft disponiert, wie es meistens auf dem Lande — nicht nur in Tagelöhnerbehausungen, sondern auch in den Häusern wohlhabender Bauern — der Fall ist, und wenn Ansteckungskrankheiten zum Tode geführt haben.

Daß den Einzelbestimmungen gegenüber der Gewohnheit und ihrer Macht eine gewisse Latitude belassen werden muß, erkennt auch das noch in der Entstehung begriffene „Gesetz betreffend die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten“ (für Deutschland) an, wenn es in seinem § 20 heißt: „Für die Aufbewahrung, Einsargung, Beförderung und Bestattung solcher Personen, welche an Cholera, Gelbfieber, Fleckfieber, Pest, Pocken, Diphtherie oder Scharlach gestorben sind, können Vorsichtsmaßregeln angeordnet werden“ [3]. Die Begründung ist wichtig. Es heißt in derselben: „Daß durch Leichen eine Verbreitung gewisser Seuchen stattfinden kann, ist eine nicht selten beobachtete Thatsache; sie hat bereits den Anlaß gegeben, den Transport der Leichen auf Eisenbahnen allgemeinen beschränkenden Vorschriften im Wege der Verständigung unter den Bundesregierungen zu unterwerfen. Es ist daher ratsam, auch nach dieser Richtung hin durch das Gesetz die Grundlagen für eine erschöpfende Regelung zu bieten. Welche Vorsichtsmaßregeln gegenüber den verschiedenen Seuchen zu beachten sein werden: Verbot der Ausstellung von Leichen in den Wohnungen oder in allgemein zugänglichen Räumen; möglichst baldige Entfernung der Leichen aus der Wohnung; Anwendung desinfizierender Stoffe bei der Einsargung; Verwendung fest schließender Särge; Verbot von Leichenfeierlichkeiten im Sterbehaus; Regelung der Beförderung der Leichen zum Bestattungsort: dies zu regeln, kann nicht Aufgabe des Gesetzes sein [4]. Das Gesetz kann nur den Bereich der Krankheiten begrenzen, welche zu einigen oder allen der gedachten Vorsichtsmaßregeln die Berechtigung geben sollen.“ (Es war im übrigen noch Bedacht darauf zu nehmen, daß kein Widerspruch in die 1887 zwischen den deutschen Bundesregierungen getroffenen Vereinbarungen über die Leichenbeförderung auf Eisenbahnen hineingetragen würde. Daß dies, besonders auch hinsichtlich der Auswahl der eine besondere Berücksichtigung er-

heischenden Krankheiten, beobachtet wurde, wird sich aus den qu. Ueberführungsbestimmungen unten ergeben.)

Das Ausstellen der Leichen in den Schlössern und Palästen, wenn es sich um Personen ersten Ranges handelt, wird um so weniger als bedenklich anzusehen sein, als hier fast stets eine vollständige oder partielle Einbalsamierung stattzufinden pflegt und der ganze Apparat, schon hinsichtlich der Größe der Räume — aber auch durch die Aufstellung des Katafalks, dessen Umwehrung mittelst Leuchtvorrichtungen, Ehrenwachen, kirchlichen Emblemen jede Gefahr einer schädlichen Berührung oder Einwirkung auf die herzuströmenden Menschenmengen thatsächlich ausschließt; um so mehr als der kurze Moment der Besichtigung neben den Ehrfurchtsgefühlen selbst den Gedanken einer Bedrohung gar nicht aufkommen läßt.

Die Ausstellung in Kirchen ist für gewöhnliche Leichname längst in protestantischen Ländern untersagt (in Preußen seit 1801)[5]. Die Einsegnung der Leichen in den Kirchen (katholischer Länder) hat sich der Einrichtung von Leichenhallen oft außerordentlich hindernd erwiesen.

Um die Erbauung von Leichenhäusern zu motivieren, wurde zunächst in früherer Zeit in allererster Reihe die Rücksicht auf scheintote Menschen resp. die Furcht vor dem Lebendigbegrabenwerden herbeigezogen.

In dem hierauf folgenden Stadium der Leichenhallenfrage wurden dieselben nur als Maßnahme verteidigt, um durch die Beseitigung der Leichen als Fäulnisquellen, welche die Luft der Wohnungen verderben, der Beschädigung und Belästigung der Ueberlebenden vorzubeugen. Endlich als notwendige Einrichtung[6] anerkannt, um in kleineren Orten auch die Unterbringung von tot aufgefundenen Unbekannten, Verunglückten, Selbstmördern zu ermöglichen, genießen die Friedhofshallen jetzt mehr und mehr den ihnen thatsächlich zukommenden Ruf, auch die würdigste Vorkehrung darzubieten zur legalen Bestattung bezw. zur Wahrung der Rechte der Verblichenen.

Es ist diese Verschiebung der Gesichtspunkte, die Scheidung der Hauptsachen von den Nebendingen, von großer Bedeutung für die Ausstattung wie für die Platzfrage beim Leichenhallenbau. Denn sichtlich ist es unzulässig, die Sorge gegen das Lebendigbegrabenwerden den Leichenhäusern aufzuerlegen, da die Befürchtung, wenn sie überhaupt in civilisierten Staaten motiviert werden kann, lediglich durch eine allgemeine und wohlorganisierte Leichenschau völlig beseitigt werden dürfte. Dieser Punkt ist nicht unwesentlich für die Kostenfrage bei der Erbauung von Leichenhäusern, da die Ablehnung der Fürsorge gegen den Scheintod nicht nur die Erwärmung und die Allarmapparate, sondern auch eine Wärterwohnung innerhalb des Leichenhauses überflüssig macht.

Was über diesen Punkt mit Bezug auf die Leichenschau anzuführen ist, bedarf nach den mehrfachen an geeigneten Stellen bereits gemachten Ausführungen keiner Wiederholung. Mit den Körpern, deren Tod noch einem Zweifel unterliegt, müssen sich die verantwortlichen Persönlichkeiten (Aerzte, Polizeiorgane) an anderen Schauplätzen abzufinden suchen, als in den Leichenhallen. (Zweckdienlich erscheinen Einrichtungen in Form von ständigen Rettungsstationen und Sanitätswachen zur Wiederbelebung scheintoter Personen und Verunglückter, deren sich anzunehmen für die Sanitätspolizei eine ihrer dankbarsten Aufgaben ist.)

Nach der jetzt in der Majorität befindlichen Meinung ist der richtige Platz[7] für die Erbauung der Leichenhäuser der Begräbnisplatz selbst oder seine unmittelbare Nähe, wobei indes die starken Schwankungen nicht übersehen werden dürfen, welchen die bezüglichen Erwägungen an manchen Orten unterworfen gewesen sind. Namentlich in Frankreich[8] und in Belgien[9] — aber auch wohl in anderen katholischen Ländern, wo die Einsegnung der Leichen in den Kirchen strenge geübt wird — nahm man daran Anstoß, daß die Leiche einmal vom Sterbehause auf den Begräbnisplatz in die Leichenhalle, dann von dieser zurück am Begräbnistage zur Kirche, und dann drittens von dieser aus wiederum zum Begräbnisplatz (also dreimal) transportiert werden sollte. Man hat sich dann damit zu helfen gesucht, kleine Leichenhäuser unweit der Kirchen anzulegen; solche Anlagen erfüllen indes sichtlich den Zweck der Leichenhäuser nicht in allen Punkten. Auch hier entscheidet eben wieder einmal nicht das hygienische Interesse in oberster Instanz[10].

Was im specielleren die Art und Weise, wie die Leichenhallen und Leichenhäuser einzurichten sind, anbelangt, so werden diese Fragen der verwickelten Fragestellung entsprechend noch immer sehr verschieden gelöst werden müssen[11]. Je größer die Städte und die Gemeinden, desto höher stellen sich hier die Ansprüche nicht bloß auf dem ästhetischen, sondern auch auf dem gesundheitlichen Gebiet. Für die öffentlich zu stellenden Anforderungen an ganz großen Plätzen wird auch durch den Umstand keine Herabminderung herbeigeführt, daß in ihnen eigene, den juristischen und Personenstandszwecken dienende Leichenhäuser für Ermordete, Verunglückte und Unbekannte (Morguen, Leichenschauhäuser, Obduktionshäuser etc.) errichtet und unterhalten werden müssen[12] (siehe unten „Schauhäuser, Morgue").

Die Grundzüge, welche nicht verlassen werden dürfen, sind einmal vom rein hygienischen Ausgangspunkt: Leichenhallen sollen nicht in unmittelbarer Nachbarschaft von Wohnungen liegen; — sie sollen keine von Menschen zu bewohnenden Nebenräume enthalten; — die dem eigentlichen Zwecke dienenden Räume „sollen Licht und Luft haben, sie sollen zu verschließen sein, gut zu lüften, vor dem Zutritt von Insekten möglichst zu schützen, mit leicht zu reinigenden Fußböden und Wänden versehen, zu desinfizieren und kühl zu halten sein" — so lautete die seitens der preußischen wissenschaftlichen Deputation in ihrem jüngsten Gutachten erhobene Zusatzforderung[13].

Bezüglich der Räumlichkeiten, die zur einstweiligen Beisetzung der Leichname in den Hallen dienen sollen, bestehen bis jetzt zweierlei Anschauungen: die eine zieht die Gestalt von Sälen vor, in welchen eine größere Anzahl von Leichen, gewöhnlich nach Beerdigungsklassen getrennt, aufgelegt werden können, — die andere Anordnung ist die in Form von Zellen, sodaß jeder derartige Raum nur eine einzelne Leiche gesondert bewahrt. (Das Hallensystem repräsentierte vornehmlich München, das Zellensystem war in Speyer, Dürkheim zuerst, später dann mehrfach versucht worden)[14].

Die Zellenanlage erfordert Ventilationsschlote mit Klappenmechanismus, einen die Zellenreihe entlang führenden Gang, von welchem aus den Leidtragenden (auch dem Publikum) die Leichen durch Glasthüren zu beschauen gestattet wird; bei der Kombinierung von Zellen mit einem hallenartigen Mittelbau muß auf Apparate zum leichten Ortswechsel zwischen Einzelraum und Halle (Hallengänge) Bedacht genommen werden. Größere Anlagen (mit vier und mehr Sälen) sind

ohne Nachteil in München, Berlin und anderen Großstädten errichtet worden.

Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen muß die Frage, ob Leichensäle oder Leichenhallen vom sanitätspolizeilichen Standpunkt vorzuziehen sind, dahin beantwortet werden, daß es in dieser Hinsicht gleichgültig ist, welches System man wählt. Allein dieser Standpunkt ist ein beschränkter, ein eigentlich von der rein polizeilichen Auffassung getragener Standpunkt. Erweitert sich die Betrachtung zu einer hygienischen und socialen Anschauungsweise, so werden die Hallen vorzuziehen sein. „Nur durch die erhebende Art der Ausschmückung eines Saales", so äußerte sich in einem sehr maßgebenden Vortrage Zenetti, „in welchem die Leichen (wie in einer Kirche) in Blumen- und Kerzenschmuck friedlich nebeneinander liegen, kann die Bevölkerung eines Ortes für die gemeinschaftliche Ausstellung ihrer Leichen gewonnen werden und wird der Uebergang von der freiwilligen Beisetzung zur obligatorischen (s. unten: München) ohne Kampf vorübergehen" [15].

Allein auch wenn man von dieser Betrachtungsweise zurücktreten will, zeigt sich leicht, daß die Zellensysteme die noch am meisten im Experimentierstadium stecken gebliebenen sind. In einem der neuesten Leichengebäude Brüssels befinden sich für jeden Sarg besondere Compartiments, die mit ihren unten offenen Scheidewänden bis zur halben Höhe des saalartigen Raumes reichen. So wird, da durch einen besonderen Zuführungskanal die frische Luft von außen zuströmt und in der Mitte durch einen von Gasbrennern erwärmten Schlot abgesogen wird, wenigstens die gemeinsame Ventilation ermöglicht. Der Frankfurter (a. M.) Kirchhof ist ausgerüstet mit einem Leichenhause, dessen 10 Zellen circa 7 m hoch gebaut sind. Alle münden mit hermetisch geschlossenen Fenstern auf einen in der Mitte befindlichen Warteraum aus und endigen oben in Kuppeln, die mit leichter Mechanik beliebig zu öffnen sind. Von unten werden die Zellen geheizt; ein eigener Luftzuleitungskanal bewirkt mit der Luftabströmung durch die Kuppeln vereint die Ventilation.

Noch ist als ein für die Zellenkonstruktion in die Wage zu werfender Umstand herangezogen worden, daß den Leidtragenden durch diese Bauart der Anblick der übrigen aufgebahrten Leichen entzogen sei; daß ihnen durch die Ueberweisung der Zelle ein Ersatz für den eigenen Herd dargeboten sei, so daß sie hier zu Ehren ihrer Verblichenen Ausschmückungen nach ihrem Gefühl und individuellen Bedürfnis herstellen könnten. — Nach dieser Beziehung hin hat sich von Pettenkofer mit sehr berechtigten Aeußerungen vernehmen lassen, deren wesentlicher Inhalt sich gegen die Nährung eines ungesunden Seelenschmerzes wendet, aber als der öffentlichen Gesundheitspflege zu fern liegend hier einer Wiedergabe nicht bedarf.

Speziell interessant für Leichenhallen sind noch jene Erfahrungen, welche man nach Budde's ausführlicher Darstellung [16] mit solchen in Dänemark gemacht hat. Da man dort von den verschiedenen, in anderen Ländern üblichen Einrichtungen zum Schutz der vermeintlich Scheintoten absehen konnte, hat sich die Ausstattung der Leichenhäuser sehr vereinfacht. Sie dienen in den Landdistrikten naturgemäß gleichzeitig als Lokale zur Unterbringung der Leichen von tot Aufgefundenen, Verunglückten und Selbstmördern und zur Ausführung der gerichtlichen Sektionen. Hierzu wird als genügend angesehen ein einfaches Haus mit einem einzelnen Raum, dessen Boden aus Cement

oder aus mit einer Asphaltschicht bedeckten Brettern hergestellt ist. Die Wände müssen vorgeschriebenerweise glatt (leicht desinfizierbar) sein. Die größeren Leichenhäuser (auf städtischen Friedhöfen) haben eine Halle für die Beerdigungsceremonien und Zellen: für Leichen ansteckender Provenienz andere als für unverdächtige; doch sind Verbindungen der Zellen mit der Halle allgemein untersagt. Ein Linoleumbelag macht den Boden der letzteren impermeabel und geräuschlos. Glatte Wände, große Fenster (event. mit Abblendung) fehlen nirgends; Heizvorrichtungen dagegen durchgehends. Durch diesen Mangel wird allerdings die Ventilation, welche sich wesentlich auf eine natürliche beschränkt, nach eben vorgenommenen Begräbnisceremonien oft sehr ungenügend. Budde schlägt zur Abhilfe für diesen Punkt Kachelöfen mit Mantelventilation vor. Auch könnte sich vielfach die Anbringung der Heizapparate im Souterrain als nützlich erweisen; für die Ventilation könnte durch Absaugung der Luft gerade in der Gegend des Sarges, wo die dekorativen Vorkehrungen es gestatten, auch unter Benutzung der Beleuchtungsapparate, besser als bisher gesorgt werden.

Die Fortentwickelung des Leichenhallenwesens ist in deutschen und außerdeutschen Staaten eine begreiflicherweise sehr ungleiche gewesen[17]. Wohl am einheitlichsten und in ausgebreitetster Weise in obligatorischem Umfange ausgebildet ist es in Bayern.

Das erste Leichenhaus wurde in München im Jahre 1819 erbaut. Aber bereits von 1792 ab war bei der „Friedhofkapelle“ ein Beisetzsaal eingerichtet und eine ständige Tag- und Nachtwache eingeführt worden. Nachdem ein starker Anstoß durch die Normativ-Ministerial-Entschließung von 1840 für das ganze Land gegeben worden war, ist (abgesehen von zahlreichen anderen Städten) in München jeder Friedhof mit einer geräumigen Leichenhalle ausgestattet, in welcher alle Leichen binnen 12, die der an ansteckenden Krankheiten Verstorbenen binnen 6 Stunden eingestellt sein müssen. Aeltere Leichenhallen sind die in Weimar (1800), Mainz (1805), München (1819), Frankfurt (1828) erbauten, denen allmählich die meisten größeren Städte (Berlin mit jetzt bereits 45 Leichenhäusern, die übrigen nach Verhältnis) nachgefolgt sind.

Der Gang der Entwickelung gerade in der Reichshauptstadt weist einige charakteristische und beispielgebende Seiten auf.

Das Begräbniswesen liegt in Berlin in der Verwaltung der einzelnen konfessionellen Gemeinschaften. Eigentum der politischen Gemeinde sind nur die für die Armen bestimmten Bestattungsplätze, da es im übrigen — im Gange der bisherigen Ausbildung des Civilstandswesens — zu einer Uebertragung des Beerdigungswesens auf die bürgerlichen Gemeinden nicht gekommen ist. Von der Errichtung eines sogenannten Centralfriedhofes ist einstweilen Abstand genommen. Um ihrerseits jedoch auch bei dieser Lage der Sache mit sanitären Einrichtungen nicht im Hintergrunde zu bleiben, haben die Stadtgemeinden ganz erhebliche Mittel für Leichenhäuser und -hallen aufgewendet und diese bei Neuanlagen von Begräbnisplätzen ohne Rücksicht auf konfessionelle Unterschiede sehr gefördert[17]. Im Interesse der Gesundheitspflege empfehlen periodische Veröffentlichungen und Aufrufe des Magistrats überzeugungsvoll die Benutzung der Leichenhäuser, und es werden, um diese fakultative Benutzung (welche besonders für die in beschränkten Wohnungen lebenden Berliner Familien von so außerordentlicher Wichtigkeit ist) möglichst zu fördern, die nachstehend erörterten Schritte, welche zu ergreifen sind, wiederholt zur öffentlichen Kenntnis gebracht. Unter Vorlegung

des (vom Arzt ausgefüllten) polizeilichen Totenscheins muß dem Küster derjenigen Parochie, auf deren Begräbnisplatz die Beerdigung stattfinden soll, von der Absicht der Hinterbliebenen, die Leiche in ein Leichenhaus einzustellen, möglichst zeitig Anzeige gemacht werden. Besitzt eine Parochie kein Leichenhaus, so kann das einer benachbarten Parochie als Ersatz in Aussicht genommen werden. Der angegangene Küster fertigt einen Schein, laut dessen die Aufnahme gestattet ist, an den Totengräber aus. Der Transport der Leiche in das Leichenhaus kann durch Leichenwagen oder auf jede andere dem Publikum passend erscheinende Weise bewirkt werden.

Von Wichtigkeit für die Steigerung des Benutzens der Leichenhallen sind erleichternde Bestimmungen, nach denen die Benutzung teils (namentlich für Arme womöglich überall) ohne Entgelt, teils gegen eine für die verschiedenen Kirchen festgesetzte geringe, bei Benutzung der Kirchenutensilien u. s. w. dem Betrage der baren Auslagen entsprechende Gebühr zu erfolgen habe.

Daß der hierdurch angedeutete Weg sicher, wenn auch nicht übertrieben rasch, dahin führt, die Leichenhallen populärer zu machen, zeigt ebenfalls das Beispiel Berlins [19], wo 1853 nicht mehr als 0,68 Proz. der Verstorbenen den Leichenhallen zugeführt wurden, während 1863 der Anteil auf gegen 6 Proz., 1873 auf 19,86, 1885 bereits auf 30 Proz. gestiegen war. Im Januar 1890 wies ein offizielles Verzeichnis die Verteilung von 45 Leichenhäusern auf 32 Parochinen nach, unter denen 10 auf ihren doppelt vorhandenen Begräbnisplätzen auch je ein Leichenhaus, also 20 — 2 auf dreifach vorhandenen Begräbnisplätzen zusammen 6 — und die übrigen je ein Leichenhaus auf den zugehörigen Kirchhöfen (von denen zuweilen die nämlichen zwei Gemeinden dienen müssen) zur Verfügung haben.

Um diese Zeit stellte sich die Zahl der Einstellungen in die Hallen, wie folgt [18]:

Jahr	Gesamtzahl der in Berlin Verstorbenen	Zahl der in Hallen eingestellten Leichen	Prozentsatz der Einstellungen
1889	36 246	11 597	32.00 %
1890	34 866	11 274	32.33 „
1891	34 949	11 678	33.41 „

Die angegebenen Verhältniszahlen gewinnen eine gesteigerte Bedeutung dadurch, daß sie ganz rein den Anteil der Benutzung seitens unverdächtiger Leichen wiedergeben, da für die an zweifelhaften Todesarten Umgekommenen und unbekannte Tote das Leichenschauhaus (die Morgue, s. unten) als provisorischer Aufbewahrungsort an die Stelle der Leichenhalle tritt.

Zur Ueberführung in die Leichenhallen soll der definitive Sarg benutzt werden.

Maßnahmen beim Leichentransport, besonders bei der Ueberführung mittelst Eisenbahnen.

Die Ueberführung von Leichnamen nach nahegelegenen wie nach entfernten, nach vorläufigen wie nach definitiven Aufenthaltsorten geschieht in Särgen, überwiegend von Holz fabrizierten Truhen, deren

Verschluß durch Vernagelung bewirkt zu werden pflegt und deren Handhabung bei den einfacheren Formen nicht selten — wegen mangelhafter Zahl und Gestalt der an ihnen angebrachten Handhaben — gewissen Schwierigkeiten unterworfen ist. Einsatzsärge (Metall) kommen teils als Vorsichtsapparate, teils bei Aufbewahrung in Gewölben und Grüften, teils als Luxusgeräte zur Verwendung.

Eine sehr gründliche Prüfung der Frage, wie Särge gebaut, konstruiert und armiert sein müßten, um für den Transport unter Ausschluß jeder Gefährdung der öffentlichen Gesundheit zu dienen, veranstaltete der Gesundheitsrat von Paris unter Beistand der Académie de médecine, als Paris sich in Méry-sur-Oise einen neuen großen Centralfriedhof eingerichtet hatte, nach welchem der größte Teil der in Betracht kommenden Leichen mit der Eisenbahn hinauszuschaffen war. Mindestens sollten, so hieß die Aufgabe, die Särge impermeabel für Fäulnisgase und Verwesungsflüssigkeiten gemacht (daneben oder zu diesem Behuf die Fäulnisvorgänge auf 48 Stunden hintangehalten) werden. Während die Verhütung oder Verzögerung der Fäulnis bereits bei Besprechung der Konservierungsmethoden zur Erwähnung gelangte (vgl. S. 6), stellten sich die Vorschläge zur zweckentsprechenden Ausrüstung der Särge, wie folgt[20]: Das Innere des Sarges solle mit einer Mischung von Kreide, Kolophonium, Guttapercha, Rüböl bestrichen werden; daraus bilde sich dann eine Art elastischen inneren Ueberzuges, der auch beim Platzen des Holzes und geringem Auseinanderweichen der Fugen stichhaltig sein werde (Toussaint). — Die Särge könnten nach einem anderweitigen Vorschlage — durch Auskleben mit in Holzteer getauchtem Papier; die Spalte zwischen Sarg und Sargdeckel sei durch einen Zinnstreifen zu schließen (Clemandot). — Eine Ausfütterung der Särge durch eine Art Leichenmantel schlugen bei der gleichen Gelegenheit Pichot und Malapert vor. Diese Mäntel sollten, aus Kattun gefertigt, mit wechselnden Schichten eines schwammigen, kohlehaltigen Papiers und ebenso präparierter Charpie versehen, in den Sarg ausgebreitet, zunächst noch mit einem Pulvergemisch von Gips, Holzkohle und Sägemehl dick ausgestreut, nach Aufnahme der in Mousselin gefüllten Leiche, dann um diese herum zugeschlagen werden. Auch mit der Herstellung von Säigen aus Gipsmischungen[21] und Cement[22] hat sich die Technik vielfach beschäftigt. Der Zweck war dann überwiegend der, nach der Einsargung die Leichen absolut luft- und wasserdicht eingeschlossen zu haben und sie so in Grüften und Erbbegräbnissen einsetzen zu können. Für den Transport sind diese (sowie alle Varietäten des Steinsarges) zu schwer und unhandlich, was wenig gemindert wird durch die Technik der Anbringung der Cementschichten auf Gestellen von Latten oder von Draht, wodurch dann wieder die Haltbarkeit der Steinsärge sehr vermindert wird. (Für das wirkliche Erdbegräbnis ist allerdings die mindere Haltbarkeit: die Möglichkeit baldigen Zerfalles — eher ein empfehlender Fehler.)

Die seit der Zeit Josephs II. mehrfach von Erfindern aufgenommenen Methoden, einfache sackartige Umhüllungen zu erdenken, in denen Leichen handlich und ohne Belästigung für die Lebenden von einem Ort zum anderen überführt werden könnten, haben sich, trotz der Gewichtsverminderung an dem zu transportierenden Gegenstande, nirgends praktisch einbürgern können, sodaß überall auf den Sarg zurückgegriffen worden ist (vgl. besonders die neuesten mustergiltigen Eisenbahntransport-Bestimmungen für Deutschland und Nachbarländer S. 34).

Einer besonderen Regelung bedürfen die Vorbereitungen zur Ueberführung von Ansteckungsleichen und von bereits begraben gewesenen Leich-

namen. Sie sind am durchgreifendsten durch preußische und badenische Verfügungen geordnet.

Leichentransporte dürfen aus Orten, in welchen ansteckende Krankheiten epidemisch herrschen, während der Dauer der Epidemie überhaupt nicht, nach amtlich festgestelltem Erlöschen derselben unter den vom Kreisphysikus von Fall zu Fall besonders zu prüfenden Vorsichtsmaßregeln und unter Ausstellung eines Leichenpasses bewirkt werden. — Der Transport muß in gut verpichtem, nochmals in einen luftdichten Kasten einzusetzendem Sarge vor sich gehen; bei Wagentransporten mit einem zuverlässigen Begleiter[23].

Eine Leiche, welche für einen (Eisenbahn-, Wagen- oder Wasser-) Transport wieder ausgegraben wird (vgl. auch Exhumation), darf nicht in einen provisorischen Behälter eingesetzt werden. Vielmehr wird der nach besonderen Vorschriften gebaute und eingerichtete Umhüllungssarg („äußere Kasten") sofort fertig an die Stelle der Ausgrabung gebracht und hier die Einsetzung definitiv bewirkt (Verfügungen vom 24. Januar 1866 und vom 9. Januar 1873).

In der Frage des Leichentransport- und Leichenpafswesens können die in Deutschland 1884—1886 durch das Kaiserliche Gesundheitsamt vorbereiteten Bearbeitungen als beispielgebend und erschöpfend gelten. Sie gelangten zur Bekanntgebung besonders in der das Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands abändernden Publikation vom 14. Dezember 1887 — speziell im § 34.

1) Der Transport einer Leiche mufs, wenn er von der Ausgangsstation des Zuges erfolgen soll, wenigstens 6 Stunden, wenn derselbe von einer Zwischenstation erfolgen soll, wenigstens 12 Stunden vorher angemeldet werden.

2) Die Leiche mufs in einem hinlänglich widerstandsfähigen Metallsarge luftdicht eingeschlossen und letzterer von einer hölzernen Umhüllung dergestalt umgeben sein, dafs jede Verschiebung des Sarges innerhalb der Umhüllung verhindert wird.

3) Die Leiche mufs von einer Person begleitet sein, welche ein Fahrbillet zu lösen und denselben Zug zu benutzen hat, in dem die Leiche befördert wird.

4) Bei der Aufgabe mufs der vorschriftsmäfsige, nach anliegendem Formular ausgefertigte Leichenpafs beigebracht werden, welchen die Eisenbahn übernimmt und bei Ablieferung der Leiche zurückstellt. Die Behörden und Dienststellen, welche zur Ausstellung von Leichenpässen befugt sind, werden besonders bekannt gemacht. Der von der zuständigen Behörde oder Dienststelle ausgefertigte Leichenpafs hat für die ganze Länge des darin bezeichneten Transportweges Geltung. Die tarifmäfsigen Transportgebühren müssen bei der Aufgabe entrichtet werden.

Bei Leichentransporten, welche aus ausländischen Staaten kommen, mit welchen vom Reich eine Vereinbarung wegen wechselseitiger Anerkennung der Leichenpässe abgeschlossen ist, genügt die Beibringung eines der Vereinbarung entsprechenden Leichenpasses der nach dieser Vereinbarung zuständigen ausländischen Behörde.

5) Die Beförderung der Leiche hat in einem besonderen, bedeckt gebauten Güterwagen zu erfolgen. Mehrere Leichen, welche gleichzeitig von dem nämlichen Abgangsort nach dem nämlichen Bestimmungsort aufgegeben werden, können in einem und demselben Güterwagen verladen werden. Wird die Leiche in einem ringsum geschlossenen Leichenwagen befördert, so darf zum Eisenbahntransport ein offener Güterwagen benutzt werden.

6) Die Leiche darf auf der Fahrt nicht ohne Not umgeladen werden. Die Beförderung mufs möglichst schnell und ununterbrochen bewirkt werden. Läfst sich ein längerer Aufenthalt auf einer Station nicht vermeiden, so ist der Güterwagen mit der Leiche thunlichst auf ein abseits im Freien belegenes Geleise zu schieben. Innerhalb 6 Stunden nach Ankunft des Zuges auf der Bestimmungsstation mufs die Leiche abgeholt werden, widrigenfalls sie nach der Verfügung der Ortsobrigkeit beigesetzt wird. Kommt die Leiche nach 6 Uhr abends an, so wird die Abholungsfrist vom nächsten Morgen 6 Uhr ab gerechnet. Bei Ueberschreitung der Abholungsfrist ist die Eisenbahn berechtigt, Wagenstandgeld zu erheben.

7) Wer unter falscher Deklaration Leichen zur Beförderung bringt, hat aufser der Nachzahlung der verkürzten Fracht vom Abgangs- bis zum Bestimmungsort das Vierfache dieser Frachtgebühr als Konventionalstrafe zu entrichten.

8) Bei dem Transport von Leichen, welche von Polizeibehörden, Krankenhäusern, Strafanstalten u. s. w. an öffentliche höhere Lehranstalten übersandt werden, bedarf es einer Begleitung nicht. Auch genügt es, wenn solche Leichen in dicht verschlossenen

Kisten aufgegeben werden. Die Beförderung kann in einem offenen Güterwagen erfolgen. Es ist zulässig, solche Güter in den Wagen mitzuverladen, welche von fester Beschaffenheit (Holz, Metall u. dgl.) oder doch von festen Umhüllungen (Kisten, Fässern u. dgl.) dicht umschlossen sind. Bei der Verladung ist mit besonderer Vorsicht zu verfahren, damit jede Beschädigung der Leichenkiste vermieden wird. Von der Zusammenladung sind ausgeschlossen: Nahrungs- und Genufsmittel einschliefslich der Rohstoffe, aus welchen Nahrungs- und Genufsmittel hergestellt werden, sowie die in Anlage D zu § 48 des Betriebsreglements unter I bis III aufgeführten Gegenstände. Ob von der Beibringung eines Leichenpasses abgesehen werden kann, richtet sich nach den von den Landesregierungen dieserhalb ergehenden Bestimmungen.

9) Auf die Regelung der Beförderung von Leichen nach dem Bestattungsplatz des Sterbeortes finden die vorstehenden Bestimmungen nicht Anwendung.

(Zu der Nummer 4 ist zu bemerken, dafs die in Aussicht gestellten besonderen Bekanntmachungen in den Folgejahren ergangen sind. So die Dienststellen zur Ausstellung von Leichenpässen bereits unter dem 20. September 1888[24]. Ein berichtigtes Verzeichnis der in Frage kommenden preufsischen Behörden folgte unter dem 29. November 1888. — Auch die zur Ausstellung der Leichenpässe befugten Behörden der Nachbarstaaten wurden inzwischen bekannt gemacht (Oesterreich-Ungarn am 2. April 1890; Schweiz am 12. Februar 1889.)

Punkt 9 enthält die ausdrückliche Bestimmung, dafs die zu 1 bis 8 bestimmten Anforderungen keine Anwendung finden auf den Transport von Leichen nach dem Bestattungsplatz des Sterbeortes. (Eisenbahnverkehr innerhalb des Sterbeortes einstweilen nicht vorgesehen.)

Die ergänzenden Bestimmungen zu § 34 — Leichenpässe betreffend, hinzugefügt unterm 6. April 1888 — schreiben Nachstehendes vor:

1) Die Ausstellung der Leichenpässe hat durch diejenige hierzu befugte Behörde oder Dienststelle zu erfolgen, in deren Bezirk der Sterbeort oder — im Falle einer Wiederausgrabung — der seitherige Bestattungsort liegt. Für Leichentransporte, welche aus dem Auslande kommen, kann, soweit nicht Vereinbarungen über die Anerkennung der von ausländischen Behörden ausgestellten Leichenpässe bestehen, die Ausstellung des Leichenpasses durch diejenige zur Ausstellung von Leichenpässen befugte inländische Behörde oder Dienststelle erfolgen, in deren Bezirk der Transport im Reichsgebiete beginnt. Auch können die Konsuln und diplomatischen Vertreter des Reichs vom Reichskanzler zur Ausstellung der Leichenpässe ermächtigt werden. Die hiernach zur Ausstellung der Leichenpässe zuständigen Behörden etc. werden vom Reichskanzler öffentlich bekannt gemacht.

2) Der Leichenpafs darf nur für solche Leichen erteilt werden, über welche die nachstehenden Ausweise geliefert worden sind:

a) ein beglaubigter Auszug aus dem Sterberegister;
b) eine von dem Kreisphysikus*) ausgestellte Bescheinigung über die Todesursache, sowie darüber, dafs seiner Ueberzeugung nach der Beförderung der Leiche gesundheitliche Bedenken nicht entgegenstehen.
   Ist der Verstorbene in der tötlich gewordenen Krankheit von einem Arzte behandelt worden, so hat letzteren der Kreisphysikus vor der Ausstellung der Bescheinigung betreffs der Todesursache anzuhören;
c) ein Ausweis über die vorschriftsmäfsig erfolgte Einsargung der Leiche (§ 34 Abs. 2 des Eisenbahnbetriebs-Reglements in Verbindung mit No. 3, 4 dieser Bestimmungen);
d) in den Fällen des § 157 der Strafprozefsordnung vom 1. Februar 1877 (Reichs-Gesetzbl. S. 253) die seitens der Staatsanwaltschaft oder des Amtsrichters ausgestellte schriftliche Genehmigung der Beerdigung.

Die Nachweise zu a und b werden bezüglich der Leichen von Militärpersonen, welche ihr Standquartier nach eingetretener Mobilmachung verlassen hatten (§§ 1, 2 der Verordnung vom 20. Januar 1879 — Reichs-Gesetzbl. S. 5 —), oder welche sich auf einem in Dienst gestellten Schiff oder anderen Fahrzeug der Marine befanden, durch eine Bescheinigung der zuständigen Militärbehörde oder Dienststelle über den Sterbefall unter Angabe der Todesursache und mit der Erklärung, dafs nach ärztlichem Ermessen der Beförderung der Leiche gesundheitliche Bedenken nicht entgegenstehen, ersetzt.

3) Der Boden des Sarges mufs mit einer mindestens 5 cm hohen Schicht von Sägemehl, Holzkohlenpulver, Torfmüll oder dergl. bedeckt, und es mufs diese Schicht mit fünfprozentiger Karbolsäurelösung reichlich besprengt sein.

---

*) Zu 2 b würde hinsichtlich der Bescheinigung über die Todesursache nachzutragen sein, dafs in den einschlägigen Fällen die Obermilitärärzte, die Direktoren der öffentlichen Irrenanstalten, die Direktoren der Universitätskliniken und für letztere ihre die Stellvertretung führenden Assistenten die Bescheinigungen bewirken (Verfügungen vom 14. Oktober 1889, vom 7. Februar 1890, vom 6. Oktober 1891, vom 22. Mai 1892[25].

4) In besonderen Fällen, z. B. für einen Transport von längerer Dauer oder in warmer Jahreszeit, kann nach dem Gutachten des Kreisphysikus eine Behandlung der Leiche mit fäulniswidrigen Mitteln verlangt werden.

Diese Behandlung besteht gewöhnlich in einer Einwickelung der Leiche in Tücher, die mit 5-proz. Karbolsäurelösung getränkt sind. In schweren Fällen mufs aufserdem durch Einbringen von gleicher Karbolsäurelösung in die Brust- und Bauchhöhle (auf die Leiche eines Erwachsenen zusammen mindestens 1 Liter gerechnet) oder dergleichen für Unschädlichmachung der Leiche gesorgt werden.

5) Als Begleiter sind von der den Leichenpafs ausstellenden Behörde nur zuverlässige Personen zuzulassen.

6) Ist der Tod im Verlauf einer der nachstehend benannten Krankheiten: Pocken, Scharlach, Flecktyphus, Diphtherie, Cholera, Gelbfieber oder Pest erfolgt, so ist die Beförderung der Leiche mittelst der Eisenbahn nur dann zuzulassen, wenn mindestens 1 Jahr nach dem Tode verstrichen ist.

7) Die Regelung der Beförderung von Leichen nach dem Bestattungsplatz des Sterbeorts bleibt den Regierungsbehörden überlassen.

8) Bei Ausstellung von Leichenpässen für Leichentransporte, welche nach dem Auslande gehen, sind aufser den vorstehenden Bestimmungen auch die von dem Reich mit ausländischen Regierungen hinsichtlich der Leichentransporte abgeschlossenen Vereinbarungen zu beachten.

Leichenpässe haben (in Abänderung der früheren betr. Landesverordnungen) jetzt nach der Reichsbekanntmachung vom 14. Dezember 1887 den nachstehenden Wortlaut: „Die nach Vorschrift eingesargte Leiche des am (Datum) zu (Ort) an (Krankheit, Todesursache) verstorbenen (Alter) jährigen (Stand, Vor- und Zuname, bei Kindern Stand der Eltern) soll mittelst Eisenbahn von (Ort) über (Zwischenort) nach (Endpunkt) zur Bestattung gebracht werden. Nachdem zu dieser Ueberführung dem Begleiter der Leiche (Stand, Name) die Genehmigung erteilt ist, werden sämtliche Behörden, deren Bezirke durch diesen Leichentransport berührt werden, ersucht, denselben ungehindert und ohne Aufenthalt weiter gehen zu lassen."

(Dieses Leichenpaßformular findet nach dem Vorgange Preußens (Min.-Vfg. vom 23. September 1888) jetzt fast durchweg in Deutschland, auch für den Verkehr mit den mehrfach erwähnten Nachbarstaaten Anwendung.)

Eine Statistik des Leichenverkehrs auf Grund von Pässen würde an sich zwar nicht ohne Interesse sein, aber als solche ein vollständiges Bild des Leichenüberführungswesens noch nicht geben, wie sich für Berlin leicht zeigen läßt. (Für die Nachbarorte Berlins wird von Leichenpässen abgesehen. Es ist durch besondere Vereinbarung mit den Landräten sowohl des Niederbarnimer, als [später] des Teltower Kreises festgestellt worden, welche Orte in diesem Sinne von den in Frage kommenden dortseitigen Amtsvorstehern wie von den Berliner Polizeirevieren als „Nachbarorte" zu betrachten sind, und deren ist eine keineswegs geringe Zahl; die Bedürfnisse des Leichenverkehrs aber sind durchaus ähnliche, wie innerhalb des hauptstädtischen Weichbildes selbst. Nur unter Mitbetrachtung dieser Einrichtung erklärt sich die Ziffer der ausgestellten Leichenpässe, welche 1881: 265, 1886: 347, 1891: 399 betrug.)

Innerhalb der Ortschaften unterliegen die Leichenüberführungen in keinem Lande (Ausnahmen s. Frankreich weiter unten) allgemein gesetzlichen Regelungen, sondern sie erweisen sich von den fördernden und beschränkenden Gewohnheiten und Verkehrsmitteln abhängig. Unausrottbar, allen Warnungen und Verboten trotzend erweisen sich vielfach eingewurzelte Gebräuche: das weite Umhertragen, damit bestimmte Strecken, Straßen und Wege erreicht oder vermieden werden; das Fahren von Kinderleichen in Droschken und

anderen Vehikeln, die dem öffentlichen Verkehr der Lebenden dienen und manches Aehnliche.

In größeren Städten gelingt — meistens unter Verwertung der bei Epidemien gemachten Erfahrungen — die Abschaffung von Mißbräuchen nach und nach. Es sei nicht übergangen, daß protestantische und katholische Gegenden in Bezug hierauf meistens sehr verschieden dastehen.

(Das Leichenüberführungswesen innerhalb Berlins liegt in den Händen von Unternehmern, welche durch eine alle Details regelnde Polizeiverordnung vom 16. August 1872 [die sich auch auf Charlottenburg erstreckt] zu einer genauen Buchführung, Einstellung praktischer und angemessener Transportmittel, Ausrüstungsgegenstände und Kostümierung der Begleitpersonen verpflichtet sind. Der Beerdigungsschein vom Vorstande des Polizeireviers, die Anmeldung beim Begräbnisplatzbeamten [s. auch bei Leichenhäusern] sind vorgeschriebene Bedingungen, ohne deren Vorhandensein weder die gewerbsmäßigen Leichenbestatter, noch solche Personen, welche, ohne ein Gewerbe daraus zu machen, die Beerdigung von Leichen bewirken, mit der Bestattung nicht vorgehen dürfen.)

Besondere Forschungen und Feststellungen an Leichen.

Zur vollen Lehrfreiheit auf medizinisch-wissenschaftlichem Gebiet bekennt sich jede Regierung, welche hinsichtlich der Ueberweisung von dazu geeigneten Leichen an die auf die Forschung an Leichen angewiesenen Unterrichtsinstitute Erleichterungen eintreten läßt. Es handelt sich in erster Reihe um die anatomischen und pathologischen Anstalten.

Mit Beginn jedes Wintersemesters werden in Deutschland die Bezirksregierungen angewiesen, alle Leichen, auf die private und öffentliche Ansprüche nicht erhoben werden, den Anatomien zuzuführen. An öffentliche höhere Lehranstalten zu wissenschaftlichen Zwecken dürfen Leichen in einfachen Kisten und auf offenen Güterwagen zur Versendung gelangen. In gleicher Weise treten für die Ueberführungen nach den pathologisch-anatomischen Instituten der Universitäten Erleichterungen bis zu den Grenzen ein, wie sie mit den gesundheitspolizeilichen Anforderungen noch irgend verträglich sind.

Von den Forschungen, welche mit Leichen vorgenommen werden, haben diejenigen mit dem Gesundheitswesen am meisten Fühlung, welche sich

a) auf Bakterien,

b) auf die sogenannten Kadaveralkaloide beziehen.

(Die Gegenstände der anatomischen Forschung liegen diesem Thema fern, die der forensischen Forschung können wegen der Frage nach der Unterbringung und Aufbewahrung der Leichen, die der pathologisch-anatomischen hinsichtlich der Feststellung sanitär-bedenklicher Todesursachen mit ihm Fühlung haben.)

Man weiß heute, daß jeder Leichnam eine Stätte neu aufkeimenden Lebens ist, an welcher unzählige Bakterien nisten und gedeihen [26]. Gleichzeitig ist es aber auch als dargethan zu betrachten, daß gerade von den pathogenen Bakterien nur wenige — vielleicht gar keine — in der Leiche sich mit einiger Intensität zu vermehren vermögen. Die bakteriologischen Erfahrungen lehren vielmehr, daß den Sporen er-

zeugenden Mikroorganismenarten in den Leichen wohl eine Konservierung, keineswegs aber eine Vermehrung gesichert ist. Hervorgehoben muß dabei noch werden, daß für keine der bis jetzt bekannten Bakterienarten die davon etwa erfüllte Leiche etwa das vorteihafteste Medium wäre. Speziell der Boden, aber auch viele Wasserarten und andere mehr oder weniger bekannte Substrate verbürgen den pathogenen Bakterienarten eine ungleich mehr gesicherte Existenz als die zerfallenden Gewebe der Leichen [27]. Nimmt man die Typhusstäbchen als Träger des Abdominaltyphus, die Tuberkulosebacillen als Träger der Schwindsucht, die Choleraspirillen als Verbreiter der asiatischen Cholera an, so kann man die Leichen der an diesen Krankheiten Verstorbenen doch weder als geeignete Medien, etwa diese Mikroben zu höchster Virulenz heranzuzüchten, noch als notwendiges Substrat zu ihrer Fortpflanzung und Verbreitung ansehen.

Dagegen bleibt der Leichnam immerhin ein Verwahrungsort für pathogene Mikroben, und wie lange er es bleibt, ist gerade der Beerdigungsfrage gegenüber von nicht zu unterschätzender Wichtigung. Führt doch eine oder die andere der neuesten Zeit entnommene Beobachtung das Aufleben heftiger Epidemien infolge einer Boden- und Leichenaufgrabung lebhaft vor Augen. So teilt ein holländischer Militärarzt mit, wie an der Ostküste von Celebes bei Gelegenheit eines Feldzuges eine heftige Choleraepidemie ausbrach, deren Opfer außerhalb des Biwaks in Massengräbern beerdigt wurden. Ein volles Jahr, nachdem die Truppen den Platz verlassen, wurden andere hingesandt, um an der Stelle ein Fort zu graben. Es brach bald nach Beginn der erforderlichen Erdarbeiten bei der vorher völlig gesunden und aus gesunden Landstrichen gekommenen Mannschaft eine Choleraepidemie aus, während nirgend in der Umwohnerschaft von Cholera das Geringste bekannt war [28].

Beobachtungen dieses Tenors sind nicht selten. Sie gewinnen an Bedeutsamkeit, wenn man die experimentellen Erfahrungen zu Rate zieht, welche mit allen Hilfsmitteln der modernen Bakteriologie das Verharren pathogener Bakterien in Tierleichen beweisen. Petri's Versuche über diese Frage (auf der Berliner fiskalischen Abdeckerei angestellt) zerfallen in drei Reihen [29]: die erste betrifft infizierte Mäuse, die zweite Meerschweinchen, die dritte Kaninchen in eingesargtem Zustande.

Bei den Mäusen wurden zur Infektion Milzbrandkeime gewählt. Die Kadaver der in sterile feuchte Erde oder Sand oder Wasser untergebrachten Tiere wurden in verschieden großen Zwischenräumen ausgescharrt bezw. hervorgeholt und teils bakterioskopisch, teils durch Ueberimpfungen auf frische Mäuse in Bezug auf ihre Infektionsfähigkeit untersucht. Es ergab sich, daß unter den 10 Leichnamen einer noch nach 50, einer sogar noch nach ca. 1860 Tagen (5 Jahre, 1 Monat, 11 Tage) Material zu einer erfolgreichen Infektion enthielt.

16 an Milzbrand eingegangene Meerschweinchen wurden mit Sargumhüllung versehen, die bei der Hälfte aus Brettern, bei der anderen Hälfte aus luftdicht verschlossenen Zinkkästen bestand. Diese Särge wurden in einer gemeinschaftlichen Holzkiste in die Erde begraben, welche letztere teils von oben, teils von unten bei mittlerer Feuchtigkeit erhalten wurde. Unter den im Metallsarge beerdigten Meerschweinchen enthielt eins vollvirulente Milzbrandbacillen noch nach 192, unter in Holz eingesargten Tieren 1 die gleichen Bacillen nach 90, ein anderes noch nach gegen 1400 Tagen (3 Jahren 10 Monaten). — Des weiteren wurden 19 Meerschweinchen mittelst

Cholerabacillen per os infiziert; 10 der Gestorbenen wurden in Holz, 9 in Zinkkästchen eingesargt. Von den ersteren gelang der Nachweis fortpflanzungsfähiger Cholerastäbchen 3mal (6, 13, 19 Tage), von den ersteren 2mal (11, 12 Tage). — 12 Kaninchen, unter Chloroform getötet, mit 60 ccm einer zwei Tage alten Typhusbacillen-Nährbouillon per aortam injiziert, wurden teils in Holz-, teils in Zinksärgen auf der Abdeckerei begraben. Die Exhumationen und die bakterioskopische Prüfung der Kadaver erfolgte nach Zeiträumen von 30 bis über 400 Tagen (1 Jahr, 1 Monat, 12 Tage). Hier gelang der Nachweis vermehrungsfähig gebliebener Typhusbacillen durch Kulturen in keinem Falle. Endlich gelangten zur Beerdigung 12 tuberkulöse Kaninchen und zwar je 6 in Holz-, je 6 in Zinksärgen. Von den aus Holzsärgen nach 22 resp. 35 Tagen herausgenommenen gelang der Nachweis infektionstüchtiger Tuberkelbacillen bei 2, von den im Zinksarge beerdigten Tieren bei 3, und zwar nachdem sie 22 bezw. 35 bezw. 96 Tage in der Erde gelegen hatten.

Wenn diese Versuche auch nur in weitläufigen Zügen ein Bild von dem Ausdauern einiger besonders wichtiger Bakterienarten in der Leiche geben, so kommen ihre Ergebnisse der eigentlichen Fragestellung doch mehr entgegen als die vielfachen Forschungen, welche sich auf milzbrandige Tierkadaver und deren Fähigkeit, die Milzbrandorganismen zu konservieren, bezogen und ähnliche. Denn die Versuchsbedingungen: die sargartige Umhüllung, die Infektionsbedingungen etc. waren eben von Petri auf die für den menschlichen Leichnam [30] in Frage kommenden Einzelheiten zugespitzt. Auch die von Strecker und Straßmann, von Kuhn [31] u. a. nach verschiedenen Seiten durchgearbeiteten morphologischen Beziehungen gewisser Spaltpilzarten zur Leichenfäulnis erstrecken sich vorwiegend nach anderen Richtungen, indem mehr die Proteusarten — Pr. vulgaris, Pr. Zenkeri — studiert wurden. Daß diese auch bei der Leichenfäulnis eine Rolle spielen und beim Chemismus des Leichenzerfalls wesentliche Uebergänge vermitteln, darf wohl als feststehend angesehen werden. Allein es fehlt hier die unmittelbare Beziehung zu den pathogenen Bakterien und zur sanitären Prophylaxe. Andererseits ist diese und die hygienische Forschung ganz besonders interessiert durch die Alkaloide der Fäulnis, die

Kadaveralkaloide.

Das Auftreten dieser basischen Verbindungen unter den Produkten der Fäulnis eiweißartiger Stoffe ist von hoher Bedeutung für die gerichtliche Chemie, denn das Vorkommen derselben in Leichenteilen hat die Sicherheit des chemischen und physiologischen Nachweises der giftigen Pflanzenbasen in nicht geringem Grade gefährdet, ja sogar die Beantwortung der Frage, ob eine bei einer forensischen Untersuchung abgeschiedene Base ein Alkaloid pflanzlichen Ursprungs oder ein erst nach dem Tode gebildetes Ptomain sei, oft unmöglich gemacht, weil die Ptomaine in ihrem allgemeinen Verhalten gegen Lösungsmittel und Reagentien den Alkaloiden pflanzlichen Ursprungs gleichen, ja einzelne unter denselben hinsichtlich bestimmter charakteristischer Reaktionen und physiologischer Wirkung sogar ganz bestimmten Pflanzenbasen an die Seite zu stellen sind. Diese eminent praktische Bedeutung, welche den Fäulnisbasen zuerkannt werden mußte, war die Veranlassung, daß man denselben ein lebhafteres Interesse entgegenbrachte, welches nur

noch gesteigert werden konnte, seit die Kenntnis jener tötlichen Intoxikationsvorgänge so wesentlich gefördert worden ist, welche die letzten ungünstigen Wendungen bei Infektionskrankheiten bedingen (Choleratoxine, Typhustoxine, Diphtherietoxine), und seitdem die Wahrscheinlichkeit fest begründet erscheint, daß große Mengen dieser Gifte in den Leichen enthalten sind und mit ihnen dem Boden übergeben werden.

Auf die Vorgeschichte der Ptomaine Selmi's (1874) einzugehen, die Substanzen „Animalisches Chinoidin" (B. Jones, Dupré), „Sepsin" (v. Bergmann, Schmiedeberg), die „koniin-", „atropin-" und „digitalin"-ähnlichen Fäulnisbasen (Sonnenschein, Rörsch, Fasbender) in detaillierter Weise einzugehen, würde zu weit führen[34]. Auch Selmi hatte das Auftreten koniinähnlicher Kadaverbasen wiederholt konstatiert. „Er fand in den in Alkohol aufbewahrten Teilen einer Leiche, in den Eingeweiden eines nach 6 Monaten, sowie eines nach 10 Monaten exhumierten Kadavers flüssige Basen von ausgesprochenem Koniingeruche, die auch sonst dem Koniin so auffallend glichen, daß er zu der Ueberzeugung gelangte, daß aus gewissen fixen Kadaveralkaloiden unter dem Einfluß oxydierender Vorgänge sich wirklich Koniin bilden könne. — Zu den fixen, nicht flüchtigen Ptomainen gehört die schon oben erwähnte, dem Atropin ähnliche Base, welche Sonnenschein und Zuelzer beschrieben haben, sodann die von Brouardel und Boutmy in dem Leichnam eines an Kohlendunst erstickten Individuums gefundenen, dem Veratrin ähnlichen Basen, welche von denselben Forschern noch des öfteren beobachtet wurden. Die eine derselben, ungiftig, färbte sich mit konzentrierter Schwefelsäure violett, und mit einer Mischung von konzentrierter Schwefelsäure und Bariumsuperoxyd rot; die andere zeigte die dem Veratrin eigenen Farbenerscheinungen und wirkte auf Frösche unter zunehmender Schwäche und Verlangsamung der Herzthätigkeit tödlich[33].

Aus den weiteren zahlreichen Untersuchungen Selmi's soll nur noch erwähnt werden, daß Selmi bei all seinen Untersuchungen sich des Stas-Otto'schen Verfahrens bediente und danach die sämtlichen von ihm beobachteten Ptomaine in folgender Weise klassificiert: 1) Ptomaine, welche aus saurer Lösung durch Aether aufgenommen werden. 2) Ptomaine, welche aus alkalischer Lösung durch Aether aufgenommen werden. 3) Ptomaine, welche aus alkalischer Lösung in Chloroform übergehen. 4) Ptomaine, welche der alkalischen Lösung durch Amylalkohol entzogen werden. 5) Ptomaine, welche von keinem dieser Lösungsmittel extrahiert werden. Er erhielt basische Produkte, welche hinsichtlich ihrer Reaktionen und Wirkung mit den Alkaloiden Morphin, Koniin, Atropin, Delphinin verwechselt werden konnten." Es treten hierzu noch die arsenhaltigen giftigen Basen, gefunden in Personen, die an Arsenvergiftung zu Grunde gegangen sind, und noch einige weitere Ptomaine, von denen es noch unwahrscheinlicher ist, daß sie ihre Entstehung rein den Fäulnisvorgängen verdanken, die vielmehr als Kunstprodukte, die zum Teil durch die bei ihrer Isolierung in Anwendung gebrachten Verfahren erzeugt sind, sich in einen neuerdings immer schärfer ausgeprägten Gegensatz stellen zu den Ptomainen von bekannter Zusammensetzung. Die große Anzahl der Kadaveralkaloide, welche mit allen möglichen Pflanzenalkaloiden identifiziert worden sind, erklärt sich nur dadurch, daß die von den betreffenden Autoren als solche bezeichneten Körper niemals im Zustande chemischer Reinheit dargestellt wurden. Es stand zu erwarten, daß, sobald dies ermöglicht wurde, die Zahl der Ptomaine eine erhebliche Beschränkung erfahren würde. — Der Erste, welcher ein basisches Fäulnisprodukt als chemisches Individuum charakterisierte, war Nencki. „Im Jahre 1876 isolierte er gelegentlich seiner epochemachenden

Arbeiten über die Fäulnis stickstoffhaltiger Substanzen aus den Fäulnisprodukten der Gelatine das Kollidin in chemisch reinem Zustande. Von hervorragendem Interesse sind weiter die Untersuchungen Brieger's über die Ptomaine aus menschlichen Kadavern[34]. Obgleich zahlreiche das Auffinden basischer Verbindungen bei gerichtlich-chemischen Untersuchungen betreffende Angaben sich in der Litteratur finden, ja sogar die ersten Beobachtungen über basische Produkte der Fäulnis bei Untersuchungen von Kadavern gemacht worden sind, war bislang noch kein chemisches Fäulnisprodukt, welches vor den Kriterien der reinen Chemie Stand hält, aus Kadavern dargestellt. Brieger fand in dem ersten Stadium der Verwesung der Leichen — zur Untersuchüng dienten Leichen, welche 24—48 Stunden in kühlen Kellerräumen gelagert hatten — kein anderes basisches Produkt als Cholin. Mit weiter fortschreitender Fäulnis tauchen noch andere basische Produkte auf. Bereits am 3. Tage der Verwesung konnte aus den inneren Organen, gleichgiltig, ob dieselben aus dem Innern von faulen Leichen herausgeholt oder ob sie dem Einfluß der Luft ausgesetzt waren, das (schon beschriebene) Neuridin isoliert werden. Das Neuridin wurde stets in Begleitung des Cholins gefunden, während letzteres aber allmählich verschwindet und dafür Trimethylamin auftritt, gestaltet sich die Ausbeute an Neuridin von Tag zu Tag reichlicher." Aus den Produkten eines späteren Fäulnisstadiums ließ sich ein neues Diamin, das Kadaverin, darstellen, mit welchem verbunden meistens noch ein weiteres, das Putrescin, sich darbot. — Eine mit dem Kadaverin isomere Base fand Brieger in diesem etwas späteren Fäulnisstadium, das Saprin. Insofern jedoch gruppieren sich alle die genannten Körper um das primäre Fäulnisstadium, als sie sämtlich physiologisch indifferent — nicht giftig — sind; und erst in einem erheblich vorgeschrittenen Stadium der Fäulnis finden sich exquisit toxische Basen. Aus Leichen, welche nach vierzehntägiger Verwesung untersucht wurden, konnte Brieger zwei giftige Ptomaine isolieren. Das salzsaure Salz der einen Base, deren erhaltene Menge zum eingehenden Studium nicht hinreichte, bildete zerfließliche Nadeln, deren Lösung Meerschweinchen und Kaninchen injiziert, die Darmperistaltik anregt, deren Erhöhung mehrere Tage andauert und durch die fortwährenden Entleerungen von Darminhalt zu großen Schwächezuständen der Tiere führt. Die zweite giftige Base war erst nach dreiwöchentlicher Fäulnis in so großer Menge erhältlich, daß ihre Natur festgestellt werden konnte. (Es wurden zunächst die Benennungen Mydalein, Mydin, Mydatoxin gewählt.)

Sind schon den vorgenannten von Brieger erforschten Körpern gegenüber die Leukomaine Gautier's (unter diesen „physiologischen Ptomainen" sind genauer beschrieben von dem genannten Autor: Xanthokreatinin, Crusokreatinin, Amphikreatinin, Pseudoxanthin, von Kossel: Adenin, von G. Salomon verschiedene Xanthinderivate) von zurücktretender praktischer Wichtigkeit, so treten doch gerade für die hygienische Betrachtungsweise fast sämtliche bisher genannten Ptomaine in den Hintergrund angesichts der Kadaveralkaloide, entstanden durch die Thätigkeit pathogener Bakterien. „Die Thatsache, daß Faulnisbakterien eine große Reihe teils giftiger, teils unschädlicher, in ihrer Wirkung aber verschiedener Ptomaine aus den Geweben und dem nicht organisierten Eiweiß zu bilden vermögen, ließ erwarten, daß die pathogenen Bakterien (wie solches Maas zuerst hervorgehoben hat) in erhöhtem Maße diese Eigenschaft besitzen müssen. Wie jeder differenten Fäulnisbakterie ein bestimmtes Ptomain zukommt, so müßte auch jede pathogene Bakterie in der Qualität und Quantität ganz bestimmte, ihr allein zukommende Basen erzeugen." Die folgenden Ptomaine,

welche ihre Entstehung unzweifelhaft der Kraft pathogener Bakterien verdanken, sind bislang isoliert: Typhotoxin aus Reinkulturen des Koch-Eberth'schen Typhusbacillus; Tetanin aus Kulturen, welche den Erreger des Tetanus enthalten (beide von Brieger); ferner Milzbrandtoxine (Hoffa); Choleratoxine (Nicati und Rietsch, G. Pouchet, Villiers, Klebs, C. Fränkel, Konrad Alt, Hüppe, Scholl, Petri, Gruber).

Das Stadium, in welchem sich dieses Hauptkapitel der Leichenforschung noch befindet, muß zu einer gewissen Behutsamkeit hinsichtlich seiner Verwertung veranlassen, wie groß auch die Versuchung erscheint, den giftigen, und allen voran: den spezifisch-giftigen Kadaveralkaloiden einen großen Einfluß auf den Umgang mit Leichen und deren wechselnde oder bleibende Umgebung beizulegen.

Wie groß die Menge der unter den günstigsten Bedingungen oder durchschnittlich in der Infektionsleiche sich ansammelnden Toxine ist, welchen Wandlungen diese doch wohl nicht sehr beständigen Körper unter den verschiedenen Temperaturen, unter der Einwirkung der faulenden Körpersäfte, unter den Bedingungen der eigentlichen Verwesung, schließlich unter dem Einfluß der Berührung mit Bodenbestandteilen durchmachen, hängt noch von weiteren Untersuchungen ab. Wie weit sie, in das Grundwasser gelangt, einen unverändert schädlichen Bestandteil desselben dauernd bilden können, ist ebenfalls noch unentschieden, ja man darf sagen: unentschiedener als das Schicksal, die Veränderlichkeit oder Unveränderlichkeit der Toxinerzeuger, der verschiedenen krankheitbedingenden Mikroorganismen.

Bis zu den weiteren Fortschritten jedoch, die hinsichtlich der Lösung dieser für das Leichenbeerdigungs-Thema so außerordentlich wichtigen Fragen zu hoffen sind, dürfen die Bedenklichkeiten den Leichen gegenüber nicht auf die Spitze getrieben werden. Hierfür genügt es, auf die Erfahrungen hinzuweisen, welche Obduzenten, Aerzte und andere Forscher, das Bedienungspersonal, die Wächter und Wärter an den zur Aufspeicherung von Leichen bestimmten Orten machen: Erfahrungen, welche keineswegs abschreckende sind, wenn nur bei ihrer Herrichtung gewisse allgemein bekannte hygienische Grundsätze beachtet bleiben. Von diesem Standpunkt interessiert besonders das Leichenschauhaus, Morgue.

Es hängt mit hier nicht zu erörternden Eigentümlichkeiten der Großstädte zusammen, daß alltäglich eine gewisse Anzahl von Personen durch Unglücksfälle, Selbstmord und Verbrechen zu Grunde geht, deren Leichen behufs Feststellung der Persönlichkeit oder zum Zweck gerichtlicher Untersuchungen aufbewahrt werden müssen.

Als hygienisch mustergiltig eingerichtet wurde seinerzeit die Pariser Morgue, wie sie 1864 in einem neuen Gebäude zur Eröffnung gelangte, betrachtet[35]. Alle Räume des ganzen Gebäudes liegen nebeneinander und bilden nur ein Erdgeschoß — auch ohne Kellergeschoß. „Sie nehmen einen langen, etwa dreieckigen Raum ein, dessen Basis parallel läuft mit dem Quai, dessen Spitze nach der Seine zugekehrt ist. Zwischen dem Gebäude selbst und dem Fluß befindet sich ein Weg, der rund um das Gebäude läuft und der bestimmt ist für die die Leichen an- und abfahrenden Wagen. Der Haupteingang führt in einen großen Saal, etwa 24 Fuß lang, ebenso breit und ebenso hoch. Die Thür zu demselben ist stets geöffnet, so daß jeder

Vorübergehende eintreten kann und hierzu durch das offenstehende Thor gleichsam eingeladen ist. Ein Einblick von außen ist durch eine im Saal quer vor der Thür einige Fuß von derselben aufgeführte hölzerne Wand behindert. Ist man um dieselbe herumgegangen, so hat man die ausgestellten Leichen vor sich. Der ganze Saal ist durch eine große Glaswand der Breite nach in zwei Hälften geteilt, hinter welcher Wand die Ausstellungstische sich befinden, und welche durch große Vorhänge während der Reinigung, der Niederlegung neuer Leichen, der Fortschaffung der rekognoszierten, geschlossen werden kann. Dieser Ausstellungssaal empfängt sein Licht von oben und hat gleichzeitig in der Höhe zwei große Fenster, welche die Ventilation vermitteln helfen. Zwei Reihen von Tischen in Stein, 12 an der Zahl, sind aufgestellt, auf denen die nackten Leichen, mit einer 2 □' großen kupfernen Schürze bedeckt, liegen. Ihre Kleidungsstücke sind zu ihren Häupten, gereinigt, aufgehängt. Außerdem durchzieht diesen ganzen Saal quer eine eiserne, mit Haken versehene Stange, an welchen die Kleidungsstücke nicht rekognoszierter, bereits beerdigter Leichen aufgehängt sind. Die Leichen sind durch eine kontinuierliche Regendouche Tag und Nacht bespült, durch welche Vorrichtung mechanisch die schnellere Zersetzung hintangehalten wird. Durch hinreichende Versorgung mit Wasser aus Hähnen, welche an den Seiten angebracht sind, und Rinnen, welche den steinernen Fußboden durchkreuzen, ist für die Reinigung und den Abfluß des Wassers gesorgt. — Hinter dem Ausstellungssaal befindet sich ein mit steinernem Fußboden versehener Raum, in welchem die Leichen empfangen, entkleidet, nach Umständen gereinigt werden. Zwei große Thorwege an jeder Seite desselben öffnen diesen Raum in die oben genannten Wege, auf welchen die Wagen, welche die Leichen zu- und abfahren, vorfahren. Links von diesem Raum gelangt man in einen anderen Saal, der zwei Reihen bedeckter Steintische enthält, auf denen die nicht ausgestellten, rekognoszierten Leichen sich befinden. Neben diesem liegt das Obduktionszimmer nebst einem Kabinett für die Aerzte. Diese sämtlichen zuletzt genannten Räume sind durch erwärmte Luft stark ventiliert“ [36].

Die Berliner Morgue war bis März 1886 mit der Anatomie verbunden. Von da ab in einem eigenen Gebäude untergebracht, darf sie als den sanitären Anforderungen noch besser als ihre älteren Vorbilder entsprechend angesehen werden. „Der westliche Flügel des Leichenschauhauses enthält die Dienstwohnungen für den Leichenkommissar, zwei Leichendiener und einen Maschinisten, ein Wartezimmer für das Trauergefolge, ein Bureau, ein Telegraphenzimmer und ein Zimmer zur Aufbewahrung der bei den Leichen vorgefundenen Sachen. Der Mittelbau enthält im Erdgeschoß den Ausstellungsraum mit 7 Zellen zur Aufnahme von 14 Leichen. Hier werden unbekannte Leichen zum Zwecke der Rekognition mit der Kleidung öffentlich ausgestellt. Unter diesen Zellen befindet sich im Kellergeschoß der Leichenaufbewahrungsraum mit 13 Zellen zur Aufnahme von 39 Leichen. Ferner befinden sich hier ein Raum mit 2 Dampfkesseln, 1 Maschinenraum, in welchem während der wärmeren Jahreszeit eine Kälteerzeugungsmaschine (System Linde) in Thätigkeit ist; eine Ventilationsmaschine, ein Raum zum Leichenwaschen, ein Raum zum Einsargen, ein Sargmagazin zur Aufnahme der sog. Armensärge und eine für Leichenfeierlichkeiten hergerichtete Kapelle, mit einem Altar, einem dazu gehörigen Kruzifix, zwei Leuchtern und einem Sargpodium. — Der östliche Flügel enthält im Erdgeschoß einen Obduktionssaal, ein Zeugenzimmer, ein Arbeitszimmer für den bei den gerichtlichen Leichenöffnungen amtierenden Richter, zwei Arbeitszimmer für die Gerichtsärzte und ein chemisches Laboratorium. Im ersten Stock befinden sich ein Obduktionssaal,

ein Hörsaal und die Arbeitszimmer für den Direktor und den Assistenten des Instituts für Staatsarzneikunde. Das Bureau des Leichenkommissars ist an das allgemeine Fernsprechnetz angeschlossen“ [39].

Von besonderem Interesse sind die Kühlvorrichtungen, die von den älteren und neueren der Pariser Morgue wesentlich abweichen. Für diejenigen Räume des Mittelbaues, welche für die Aufbewahrung und Aufstellung der Leichen bestimmt sind, war ursprünglich die Erhaltung einer Innenwärme von + 5° bis 6° C. vorgeschrieben worden [38], da erfahrungsgemäß Leichen bei diesem Wärmegrade längere Zeit frisch bleiben. Doch mußte man — nach in den achtziger Jahren in Paris gemachten Versuchen — dahin streben, jenes Wärmemaß auf 0 bis + 2° C. herunterzusetzen. Um diese Temperatur herzustellen und zu erhalten, ist in dem unter dem Sargmagazin befindlichen Kellerraum eine Ammoniak-Eismaschine aufgestellt, die eine Chlorcalciumlösung auf — 8 bis 10° C. abkühlt. Diese abgekühlte Lösung wird durch eine Kreiselpumpe in kupferne Röhren gedrückt, welche die einzelnen Leichenzellen mehrfach durchziehen. So können diese auf der gewünschten Temperatur von 0° gehalten werden.

Diese Kühlvorrichtung dürfte ebenfalls insofern vor der Pariser Einrichtung [37] einen Vorzug besitzen, als in Berlin jede einzelne Ausstellungszelle nach Belieben ausgeschaltet werden kann, während in Paris für die eigentliche Ausstellung der Leichen nur ein einziger grosser Raum vorgesehen ist. — „Als hygienisch wichtig ist hervorzuheben, daß sämtliche für die Beförderung und die Aufbewahrung der Leichen im Inneren dienenden Räume, mit Ausnahme der Zellen im Erdgeschoß, welche der Schauseite gegenüber mit überglasten Mettlacher Platten auf Korksteinmauerwerk bekleidet worden, im übrigen aber ganz mit Glas umschlossen sind, eine Verblendung von weiß überfangenen Siegesdorfer Verblendsteinen erhalten haben. Auch die Seziersäle und die Halle für den Zutritt des Publikums sind mit 1,8 m bezw. 2,20 m hoher Wandbekleidung von überglasten Mettlacher Platten versehen worden. Eine bequeme Reinigung und Desinfektion der Wandflächen ist somit jederzeit ermöglicht. — Sämtliche Räume des Mittelbaues, einschließlich des Daches, sind ohne Ausnahme feuersicher überwölbt“ [40].

Um zu ermöglichen, daß jede Leiche von der Einlieferung bis zu ihrer definitiven Bestattung (auf welche Weise auch immer die letztere bewirkt werde) mit Ausnahme natürlich der gerichtlichen Obduktion auf einer und derselben Platte liegen bleibe, sind die (eisernen) Lagerplatten mit sechs Rädern versehen, sodaß sie auf Schienengleisen zur Besichtigung herbeibewegt, als auch nach den Leichenzellen des Kellergeschosses wieder abgefahren werden können, wozu die Untergestelle mit einer Dreiräder-Vorrichtung ausgerüstet sind.

Auch die Flure und Gänge, die auf diesen Fahrten zu passieren sind, haben Luftabsaugevorrichtungen, die Leichenzellen selbst haben Anschluß an den Absaugeschlot des Kesselschornsteins.

Die Sicherstellung der Leichen solcher Personen, deren Tod nicht im natürlichen Verlauf der Dinge oder im ungünstigen Ablauf eines Krankheitsprozesses erfolgt, setzt bei der erheblichen Anzahl der betreffenden Vorgänge in Berlin einen umständlichen Apparat voraus, der im wesentlichen vom Leichenkommissariat gehandhabt wird. Bei der Zunahme der Unglücksfälle (1881: 3180 mit 968 tötlichen Ausgängen; 1889: 7839 mit 1187 †; 1890: 9139 mit 1239 †; 1891: 9817 mit 1340 †) haben die Geschäfte dieses Kommissariats sich sehr erheblich gemehrt. Besonders beziehen sie sich auf solche tötlichen Ausgänge, die durch Unglücksfälle, Selbstmord und fremde Schuld erfolgt sind. Aber auch die Ermittlungen der als

„vermißt" angemeldeten Personen und die Feststellung der Identität der hier und außerhalb aufgefundenen Leichen „Unbekannter", die oft persönliche Termine benötigt, sowie die Aufsicht über das Leichenschauhaus setzen — abgesehen von der polizeilichen und von den Ergänzungen der gerichtlichen Beerdigungsscheine — einen großen Geschäftskreis zusammen. Die Zahl der ins Leichenschauhaus gebrachten Leichen betrug 1889: 774 (490 M., 136 W., 94 Kinder, 54 Neugeb.); 1890: 857 (525 M., 165 W., 103 K., 64 Neugeb.); 1891: 862 (517 M., 162 W., 122 K., 61 Neugeb.).

In allen Fällen, wo der Verdacht entsteht, daß der Eintritt des Todes durch die Schuld eines anderen verursacht sein könnte, wird in Berlin (seitens des Leichenkommissariats oder der Polizeireviere) sofort Bericht an die Staatsanwaltschaft erstattet, damit die letztere gerichtliche Leichenschau oder Obduktion verfüge — oder ihrerseits die Beerdigung gestatte.

Für Preußen ist die gerichtliche Leichenschau geregelt durch das bis jetzt noch völlig mustergiltige Regulativ vom 13. Februar 1875, welches für das Verfahren der Gerichtsärzte bei den gerichtlichen Untersuchungen menschlicher Leichen eine große Reihe allgemeiner und spezieller Bestimmungen vorschreibt. Aus denselben müssen hier hervorgehoben werden:

Der Physikus (Gerichtsarzt) und der Gerichts- (Kreis-)Wundarzt sind nur in den gesetzlichen Behinderungsfällen berechtigt, sich durch einen anderen Arzt vertreten zu lassen. Als Vertreter ist, wenn möglich, ein pro physicatu geprüfter Arzt zu wählen.

Obduktionen dürfen in der Regel nicht vor Ablauf von 24 Stunden nach dem Tode vorgenommen werden. Die bloſse Besichtigung einer Leiche kann früher geschehen.

Wegen vorhandener Fäulnis dürfen Obduktionen in der Regel nicht unterlassen und von den gerichtlichen Aerzten nicht abgelehnt werden. Denn selbst bei einem hohen Grade der Fäulnis können Abnormitäten und Verletzungen der Knochen noch ermittelt, manche, die noch zweifelhaft gebliebene Identität der Leiche betreffende Momente, z. B. Farbe und Beschaffenheit der Haare, Mangel von Gliedmaſsen u. s. w. festgestellt, eingedrungene fremde Körper aufgefunden, Schwangerschaften entdeckt und Vergiftungen noch nachgewiesen werden. Es haben deshalb auch die Aerzte, wenn es sich zur Ermittelung derartiger Momente um die Wiederausgrabung von Leichen (§ 87 der Strafprozeſsordnung) handelt, für dieselbe zu stimmen, ohne Rücksicht auf die seit dem Tode verstrichene Zeit.

Beim Erheben der Leichenbefunde müssen die Obduzenten überall den richterlichen Zweck der Leichenuntersuchung im Auge behalten und alles, was diesem Zweck dient, mit Genauigkeit und Vollständigkeit untersuchen. Alle erheblichen Befunde müssen, bevor sie in das Protokoll aufgenommen, dem Richter von dem Obduzenten vorgezeigt werden.

Die Obduzenten sind verpflichtet, in den Fällen, in denen ihnen dies erforderlich erscheint, den Richter rechtzeitig zu ersuchen, daſs vor der Obduktion der Ort, wo die Leiche gefunden worden, in Augenschein genommen, die Lage, in welcher sie gefunden, ermittelt und ihnen Gelegenheit gegeben werde, die Kleidungsstücke, welche der Verstorbene bei seinem Auffinden getragen, zu besichtigen.

In allen Fällen, in denen es zur schnellen und sicheren Entscheidung eines zweifelhaften Befundes, z. B. zur Unterscheidung von Blut und von bloſs gefärbten (hämatinhaltigen) Flüssigkeiten erforderlich ist, eine mikroskopische Untersuchung vorzunehmen, ist diese sofort bei der Obduktion zu veranstalten.

Die Obduktion zerfällt in zwei Hauptteile:
A) äuſsere Besichtigung (Inspektion),
B) innere Besichtigung (Sektion).

Bei der äuſseren Besichtigung ist die äuſsere Beschaffenheit des Körpers im allgemeinen und die seiner einzelnen Abschnitte zu untersuchen. — Demgemäſs sind, betreffend den Körper im allgemeinen, soweit die Besichtigung solches ermöglicht, zu ermitteln und anzugeben:

1) Alter, Geschlecht, Gröſse, Körperbau, allgemeiner Ernährungszustand, etwa vorhandene Krankheitsresiduen, z. B. sog. Fuſsge-

schwüre, besondere Abnormitäten (z. B. Mäler, Narben, Tättowierungen, Ueberzahl oder Mangel an Gliedmafsen).

2) Die Zeichen des Todes und die der etwa schon eingetretenen Verwesung. Zu diesem Behuf müssen, nachdem etwaige Besudelungen der Leiche mit Blut, Kot, Schmutz u. dgl. durch Abwaschen beseitigt worden, ermittelt werden: die vorhandene oder noch nicht vorhandene Leichenstarre, die allgemeine Hautfarbe der Leiche, die Art und die Grade der etwaigen Färbungen und Verfärbungen einzelner Teile derselben durch die Verwesung, sowie die Farbe, Lage und Ausdehnung der Totenflecke, welche einzuschneiden, genau zu untersuchen und zu beschreiben sind, um eine Verwechselung derselben mit Blutaustretungen zu vermeiden. — Betreffend die einzelnen Teile ist folgendes festzustellen:

1) Bei Leichen unbekannter Personen die Farbe und sonstige Beschaffenheit der Haare (Kopf und Bart), sowie die Farbe der Augen.

2) Das etwaige Vorhandensein von fremden Gegenständen in den natürlichen Oeffnungen des Kopfes, ferner Verletzungen, die in der Regel genau, wenn sie jedoch sichtlich erst der Leiche (durch Rettungsversuche, Zernagungen von Tieren u. dgl.) zugefügt sind, summarisch zu beschreiben sind. Behufs der inneren Besichtigung sind die drei Haupthöhlen des Körpers: Kopf-, Brust- und Bauchhöhle zu öffnen. — In allen Fällen, in welchen von der Oeffnung der Wirbelsäule oder einzelner Gelenkhöhlen irgend erhebliche Befunde erwartet werden können, ist dieselbe nicht zu unterlassen. — Besteht ein bestimmter Verdacht in Bezug auf die Ursache des Todes, so ist mit derjenigen Höhle zu beginnen, in welcher sich die hauptsächlichen Veränderungen vermuten lassen; andernfalls ist zuerst die Kopf-, dann die Brust- und zuletzt die Bauchhöhle zu öffnen. — In jeder der genannten Höhlen sind zuerst die Lage der in ihr befindlichen Organe, sodann die Farbe und Beschaffenheit der Oberflächen, ferner ein etwa vorhandener ungehöriger Inhalt, namentlich fremde Körper, Gas, Flüssigkeiten oder Gerinnsel, und zwar in den letzteren beiden Fällen nach Mafs, bezw. Gewicht zu bestimmen, und endlich ist jedes einzelne Organ äufserlich und innerlich zu untersuchen.

Bei Verdacht einer Vergiftung beginnt die innere Besichtigung mit der Bauchhöhle. Es ist dabei vor jedem weiteren Eingriff das äufsere Aussehen der oberen Baucheingeweide, ihre Lage und Ausdehnung, die Füllung ihrer Gefäfse und der etwaige Geruch zu ermitteln. — In Bezug auf die Gefäfse ist hier, wie an anderen wichtigen Organen, stets festzustellen, ob es sich um Arterien oder Venen handelt, ob auch die kleineren Verzweigungen oder nur Stämme und Stämmchen bis zu einer gewissen Gröfse gefüllt sind, und ob die Ausdehnung der Gefäfslichtung eine beträchtliche ist oder nicht. — Alsdann werden um den untersten Teil der Speiseröhre dicht über dem Magenmunde, sowie um den Zwölffingerdarm unterhalb der Einmündung des Gallenganges doppelte Ligaturen gelegt und beide Organe zwischen denselben durchschnitten. Hierauf wird der Magen mit dem Zwölffingerdarm im Zusammenhange herausgeschnitten, wobei jede Verletzung derselben sorgfätig zu vermeiden ist.

Bei den Obduktionen Neugeborener sind aufser den oben angeführten Vorschriften noch folgende besondere Punkte zu beachten: Es müssen erstens die Zeichen ermittelt werden, aus welchen auf die Reife und die Entwickelungszeit des Kindes geschlossen werden kann. Dahin gehören: Länge und Gewicht des Kindes, Beschaffenheit der allgemeinen Bedeckungen und der Nabelschnur, Länge und Beschaffenheit der Kopfhaare, Gröfse der Fontanellen, Längen-, Quer- und Diagonaldurchmesser des Kopfes, Beschaffenheit der Augen (Pupillenmembran), der Nasen- und Ohrknorpel, Länge und Beschaffenheit der Nägel, Querdurchmesser der Schultern und Hüften, bei Knaben die Beschaffenheit des Hodensacks und die Lage der Hoden, bei Mädchen die Beschaffenheit der äufseren Geschlechtsteile. — Endlich ist noch zu ermitteln, ob und in welcher Ausdehnung in den unteren Epiphysen des Oberschenkels ein Knochenkern vorhanden ist.

Am Schlufs der Obduktion haben die Obduzenten ihr vorläufiges Gutachten über den Fall summarisch und ohne Angabe der Gründe zum Protokoll zu geben. — Sind ihnen aus den Akten oder sonst besondere, den Fall betreffende Thatsachen bekannt, welche auf das abgegebene Gutachten Einflufs ausüben, so müssen auch diese kurz erwähnt werden. — Legt ihnen der Richter besondere Fragen vor, so ist in dem Protokoll ersichtlich zu machen, dafs die Beantwortung auf Befragen des Richters erfolgte. — Auf jeden Fall ist das Gutachten zuerst auf die Todesursache, und zwar nach Mafsgabe desjenigen, was sich aus dem objektiven Befunde ergiebt, nächstdem aber auf die Frage der verbrecherischen Veranlassung zu richten. — Ist die Todesursache nicht aufgefunden worden, so mufs dies ausdrücklich angegeben werden.

Obige Wiedergabe des durch die legale Obduktion zu Erstrebenden und durch sie Erreichbaren mußte notwendig eine etwas umständliche sein, weil es der kriminalistische Standpunkt ist, der sich als der widerstandfähigste erweist gegenüber der völligen Vernichtung des

Leichnams, die (auf welche Methode immer bewirkt) für den rein hygienischen Gesichtspunkt die wünschenswerteste Behandlung sterblicher Reste bleibt. Allerdings widerstrebt es dem Gerechtigkeitsgefühl, daß der Mörder frei aufatme, sobald er sein Opfer im Verbrennungsofen weiß. Allerdings wären, sobald Verdacht geschöpft ist, vollständige der Verbrennung voraufgehende Obduktionen nach der eben geschilderten Technik unter Entnahme verdächtiger Eingeweide kostspielig und umständlich, ebenso wie die antiseptische Präservierung einer solchen verdächtigen Leiche. Allerdings hofft man noch nach Jahren unter Anwendung der Exhumation Totschläge, Giftmorde, Kindstötungen mit gleichen Erfolgen ans Licht zu ziehen, wie Identitäten zu ermitteln und das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Schwangerschaft festzustellen. Es empfiehlt sich jedoch, diese vermeintlichen Vorteile und Chancen der Exhumation in eine Schlußbetrachtung über deren wirkliche Erfolge zu verweisen und zuvörderst der Flammen- wie der Erdbestattung von den sonst sich geltend machenden Gesichtspunkten aus näher zu treten.

1) *Deutsches Reichsgesetz vom* 6. *Februar* 1875 §§ 56—60.

2) *Sanitary undertaking*, *Journ. of the Amer. med. Assoc.* (*Ref. Hyg. Rundschau*) 1891, 1. *Bd.* 627.

3) *Entwurf eines Gesetzes betreffend die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten, nebst der amtlichen Begründung, Berlin* (1893).

4) *Die dazu gehörigen Motive ebenda* (*unter Schutzmafsregeln*).

5) **Grotefend**, *a. a. O.*

6) „*Die Leichenhallen*", *Niederrhein. Korresp.-Bl. etc.* 1881 *No.* 1—6.

7) **Th. Belval**, *Des maisons mortuaires, Ann. d'hyg. publ.* (1877) *Septbr.* — *La Presse méd. de Belge* (1877) *No.* 14, 19, 20.

8) **du Mesnil**, *De la création des maisons ou dépots mortuaires à Paris, Ann. d'hyg. publ.* (1879) *No.* 12.

9) **Kuborn**, *Discussion de la question des dépots mortuaires, Bull. de l'Acad. de méd. de Belgique* (1879) *No.* 9—11.

10) **H. C. Burdett**, *The necessity and importance of mortuaries for towns and villages with some suggestions for their etablishment and management, Med. Press and Circ.* (1880) *Septbr.*

11) **Janssens**, *Notice sur le dépôt mortuaire de la ville de Bruxelles, Bull. de l'Acad. med. de Belgique* (1880) *No.* 3.

12) *Leichenhäuser in Paris, Rev. d'hyg.* 6. *Bd.* 168.

13) *Preufsische Ministerial-Verfügung vom* 20. *Januar* 1892.

14) **Flinzer**, *Ueber Notwendigkeit und Anlage von Leichenhäusern* (*Kongrefs-Referat*), *V. f. öff. Ges.* 12. *Bd.* (1880) 105.

15) **Zenetti**, *Dasselbe Thema* (*II. Referat*), *ebenda* 108.

16) **V. Budde**, *Leichenhäuser in Dänemark aufserhalb Kopenhagen, Ugeskr. f. Läger* 22. *Bd.* (1890) 4. *R.*

17) **Breitung**, *Ueber neuere Leichenanstalten, Monogr., Berlin* 1886.

18) *Gebrauch der Leichenhäuser in Berlin, Gemeinde-Zeitung* 24. *Bd.* 92.

19) *Gesamtberichte über das Sanitäts- und Medizinalwesen in der Stadt Berlin: I. Bericht von* **Skrzeczka** (*über* 1879—80); *II. Bericht von* **Wernich** (*über* 1881); *III. bis V. Bericht von* **Pistor** (*über* 1882—1888); *VI. Bericht von* **Wernich** (*über* 1889 *bis* 1891). *Abschnitte: Leichenschau und Beerdigungswesen.*

20) **Devergie**, *Mesures sanitaires à prendre pour le transport des corps des personnes, qui doivent être inhumées hors Paris et hors du ressort de la préfecture de police, Ann. d'hyg. publ.* (1869) *No:* 7.

21) **Rich. Lessmann**, *Die Erfindung der Gipssärge, ein Fortschritt auf d. Gebiete d. Leichenbestattung, Vhdlg. u. Mitt. d. V. f. öff. Ges. in Magdeburg* 10. *Bd.* 71.

22) **A. Devergie**, *Nouveau mode d'inhumation dans les cimétières, Ann. d'hyg. publ.* (1876) *No.* 1 *S.* 86.

23) **Schönfeld**, *Die Leichentransporte besonders auf Eisenbahnen, Referat VJS. f. gerichtl. Med. etc.* 44. *Bd.* 437.

24) *Leichentransporte in Bayern, V. f. öff. Ges.* 20. *Bd.* (1888) 537.

25) **Wernich**, *Zusammenstellung der giltigen Medizinalgesetze Preufsens etc., II. Auflage, Berlin* 1891.

26) **Esmarch**, *Das Verhalten der Bakterien im toten Körper, Zeitschr. f. Hyg.* 7. *Bd.* 1.
27) **E. v. Hoffmann**, *Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen, VJS. f. gerichtl. Med. etc.* 26. *Bd.* (1877), 257.
28) *In einem Referat von* **Scholl** (*Prag*) *Hygien. Rundschau* 1. *Bd.* (1891) 727.
29) **Petri**, *Ueber das Verhalten der Bakterien des Milzbrandes, der Cholera, des Typhus und der Tuberkulose in beerdigten Tierleichen, Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt* 7, 1.
30) **Strassmann** *und* **Strecker**, *Bakterien bei der Leichenfäulnis, Zeitschr. f. Medizinalbeamte* (1888) *No.* 3.
31) **Kuhn**, *Morphologische Beiträge zur Leichenfäulnis, Arch. f. Hyg.* 13. *Bd.* 40.
32) **F. Selmi**, *Ptomaïni, alcaloïdi cadaverili e prodotti analoghi, da certe malattie, in correlazione colla medicina legale* (1882), *Bologna.*
33) **Beckurts**, *Kadaveralkaloïde in „Realencyklopädie der ges. Pharmacie"* 2. *Bd.* 437—452.
34) **Ludwig Brieger**, *Bakterien und Krankheitsgifte, Berliner klinische Wochenschrift* 1889 *No.* 39.
35) **Liman**, *Die Pariser Morgue mit vergleichenden Hinblicken auf das Berliner Institut gleichen Namens, VJS. f. gerichtl. Med. etc. N. F.* 8. *Bd.* (1868) 309.
36) **M. A. Devergie**, *La Morgue de Paris, Ann. d'hyg. publ.* (1878) *Janv.*
37) **Brouardel**, *Installation d'appareils frigorifiques à la Morgue, Ann. d'hyg. publ.* (1880) *Janv.*
38) **Liman**, *Das neue Leichenschauhaus in Berlin, VJS. f. gerichtl. Med. etc.* 45. *Bd.* 170.
39) **O. Sarrazin** *und* **K. Schäffer**, *Das Leichenschauhaus in Berlin, Cbl. d. Bauverwaltung* 6. *Bd.* 101, 115.
40) **H. Albrecht**, *Bericht über die allgemeine Deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens* (1883), *Breslau* (1886) 3. *Bd.* 591.

DRITTER ABSCHNITT.

Die endgiltige Bestattung.

Feuerbestattung: Veraschung der Leichname durch Hitze.

Die Verbrennung der Leichen, welche im Altertum unangezweifelt eine der gebräuchlichsten Bestattungsweisen gewesen ist [1], wurde — sei es infolge der Einführung des Christentums, sei es mit seiner Verbreitung gleichzeitig — in Europa fast überall verdrängt durch das Verfahren der Beisetzung im Erdgrabe. Was die bei beiden Bestattungsarten schließlich eintretende Auflösung in chemische Grundstoffe anlangt, so wird dieselbe bei der Verbrennung ungleich schneller erreicht als bei der Verwesung (die ja vielfach als „langsame Verbrennung" angesprochen wird) — auch gründlicher: denn bei der Feuerverbrennung werden die ammoniakalischen Produkte der Leichenfäulnis durch die Einwirkung der hohen Temperatur zu Wasser und zu freiem Stickstoff verbrannt, während sie bei der Verwesung im Erdgrabe noch der Pflanzenwelt zu Gute kommen; nicht weniger unmittelbar geht die Kohlensäure in die Atmosphäre über und werden die Endprodukte der mineralischen Bestandteile erreicht [2].

Die nichtverbrennlichen Ueberreste strebt das Hitzeverfahren in einem solchen Zustande zurückzulassen, daß dieselben sehr rein, von gefälligem Ansehen und nur einen sehr kleinen Raum einnehmend zur Aufbewahrung den Interessenten überliefert werden können. Ferner soll der Bedingung Genüge geleistet werden, daß der ganze Akt der Verbrennung ohne die geringsten Uebelstände oder Unannehmlichkeiten selbst für die nächste Nachbarschaft vorgenommen werden könne. Auch wird angestrebt und in Aussicht gestellt, daß die feurige Verzehrung eines Leichnams bald keine größeren Kosten als die Erdbestattung, sondern vielmehr weit geringere beanspruchen werde.

Daß die Feuerbestattung bei diesen technischen, hygienischen und wirtschaftlichen Zielen die größte Beachtung verdient, ist unbestreitbar.

Um den Fortschritt, welchen das Verfahren in technischer (pyrotechnischer) Beziehung gemacht hat, richtig zu würdigen, haben Küchenmeister [3] und Reclam [4], ebenso wie bei Beginn der neuen

Aera, in welche die Feuerbestattung getreten ist, Kinkel[5], Adler[6], Wegmann-Ercolani[7] u. A. in umfangreichen Darstellungen auf die Gegensätze zwischen den primitiven Verfahren des Altertums und den mit aller Benutzung der modernen Hilfsmittel der Jetztzeit erfundenen und konstruierten Verbrennungsöfen neuesten Systems hingewiesen. Die Leichenverbrennung bei direktem Kontakt mit dem Brennmaterial ist von der Verbrennung im offenen Feuer zur Verbrennung in mehr oder weniger offenen Oefen (in welchen aber der Leichnam auch mit dem Brennmaterial in Berührung blieb), von dieser Methode dann zur Benutzung von Flammöfen, in denen der Leichnam nur mit der Flamme (also mit den entzündlichen Gasen des Brennmaterials, nicht mit diesem selbst) in Berührung stand, vorgeschritten. Endlich kommt die Verbrennung in Muffeln oder Muffelöfen, wobei die Leiche weder von dem Brennmaterial noch von der Flamme berührt und nur durch die von den Wandungen ausstrahlende Hitze und durch glühende Luft verzehrt wird, in Betracht.

Die primitivste dieser Arten, der indische Scheiterhaufen, dem der europäische, behufs der Ketzerverbrennung viel in Thätigkeit gesetzte[8] — einige Nebendinge abgerechnet — genau nachgebildet worden ist, arbeitet ohne methodischen Apparat, aber mit einer sehr großen Masse von Brennmaterial. Ohne daß in ihm die Flamme zur umfassendsten Ausbreitung und zum höchsten Auflodern angeschürt wird, würden die Erscheinungen bei diesem Akt noch widerlicher und unästhetischer ausfallen. Ein weiterer technischer Nachteil dieser „Methode“ beruht darauf, daß der Leichnam mit dem Brennmaterial in Berührung bleibt, so daß die Knochenasche mit der eigentlichen Asche sich innig vermischt und später nicht aus derselben ausgelesen werden kann.

Von der Methode der Verbrennung in mehr oder weniger offenen Oefen hat die Technik die größte Zahl wirklicher Anschauungen durch das genauere Studium der von den Buddhisten in Japan geübten, eine Zeitlang mit großer Aufmerksamkeit verfolgten Feuerbestattungen empfangen. Unter etwa 4 m hohen Holzschuppen, die früher ein offenes Dach, später einen etwa doppelt so hohen Schornstein aufwiesen, befand sich die Feuerstelle: muldenförmige Vertiefung im Erdboden, umgeben von Luftlöchern in den Wänden in mäßiger Höhe, auf welche nach Art eines Rostes Holzscheite gelegt wurden[9]. Auf diese wurde der in mit Salzwasser getränkte Decken gehüllte Leichnam gelegt, das Brennmaterial dann entzündet. Innerhalb 7—8 Stunden erfolgte — auf dem Wege einer Art trockener Destillation oder Verschwelung — die Aufzehrung der (in Japan übrigens durchweg sehr mageren) Leichname[10]. Das Verfahren wurde noch 1877 fakultativ auf Choleraleichen angewandt, 1879 gelegentlich der noch umfangreicheren Choleraepidemie dehnte es die Centralregierung auf die besonders heftig ergriffenen Gegenden in obligatorischer Form aus. Jedoch wurden bei beiden Gelegenheiten erhebliche Klagen laut, nicht allein über den Rauch, welcher die dem Verbrennungsschuppen unmittelbar benachbarten Anwohner oft belästigte, sondern auch (in Yokohama wie in Tokio) darüber, daß die Verbrennung von Choleraleichen auf den entfernter liegenden Verbrennungsplätzen einen für ganze Stadtgegenden äußerst empfindlichen Gestank erzeuge[11]. Es sind denn auch in der Folge die offenen Oefen selbst im Lande ihrer Erfindung durch Siemens'sche Flammöfen ersetzt worden[12]. Somit hat diese Erfahrung genügt, die Technik von einem Weiterausbau dieser Ofenmethode ab-

zulenken, da sich voraussehen ließ, daß auch bei praktischerer Anordnung des Holzrostes, bei genügender Ventilation, bei kunstgerechter (successiver) Entzündung des Brennmaterials die bedeutenden Nachteile des Verfahrens nicht zu beseitigen sein würden. Der Hauptnachteil liegt in dem Umstand, daß auch hier kein wohlfeiles Brennmaterial (Stein- oder Braunkohle, Coaks, Torf) angewendet werden kann, da aus den Schlacken eines solchen die Auslesung der Knochenüberreste (zur Aufbewahrung) unmöglich sein würde.

Da die Flammöfen, als weitverbreitetste Verbrennungsapparate, eine eingehendere Betrachtung erfordern, sei vorweg mit kurzer Hindeutung der — von Kopp und Reclam seinerzeit empfohlenen — Muffelöfen gedacht, von deren Konstruktion die Muffeln, wie sie in den Gasanstalten zur Darstellung von Leuchtgas dienen, eine zutreffende Vorstellung geben können. Würde an Stelle der Steinkohlen in eine solche Muffel ein Leichnam eingesetzt, so würde (statt der Gaskoks) von demselben eine schwarze, halbgeschmolzene, voluminöse, stickstoffhaltige Kohle übrig bleiben. Würde man indes, statt die vordere Oeffnung zu verschließen, den Zutritt der atmosphärischen Luft in das Innere der Muffel durch Aspiration erzwingen, so träte (statt der Verkohlung) Verbrennung und Einäscherung ein. Gase und Dämpfe würden zur vollständigen und geruchlosen (?) Verbrennung in den Feuerraum geleitet werden. Die Technik hat auch diesen Weg der Feuerbestattung nicht weiter beschritten, da hierzu der eine von Reclam 1887 (noch unter erschwerenden Umständen) ausgeführte Versuch am Menschen nicht ermuntern konnte [2].

Die durch häufigeren und längeren Gebrauch bewährten Flammöfen [44] in denen der Leichnam nicht mit dem Brennmaterial, sondern nur mit der Flamme, den entzündeten Gasen in Berührung steht:

Die in Italien vorwiegend in Anwendung gezogenen Systeme von Venini und Gorini [14] haben sich zuerst durch ihren Gebrauch in Mailand zur Geltung gebracht. Für die Ausführung des Gorini'schen Apparates ist dort zuerst ein einfaches, schuppenähnliches, aber sonst sehr zweckmäfsiges Gebäude errichtet worden. Zur Verbrennung der Leichen mittelst 103 kg Steinkohle und 150 kg Reiserholz sind 2 Stunden erforderlich; das Ergebnis ist dann ein weifser Knochenrest (6,5 Proz. des ursprünglichen Körpergewichts). — Das System Venini arbeitet mit den Feuergasen aus Holz in einer besonderen Kammer, die einer Vorwärmung bis zu 800° unterworfen wird (Zeitdauer hierzu $^1/_2$ Stunde) [13]. Dann erst wird die Leiche in die Konkremationskammer gebracht; nach 15—20 Minuten hört unter der Wirkung der Feuergase das Entweichen von Destillationsprodukten aus der Leiche ganz auf, und es beginnt ein Stadium der wirklichen Verbrennung, während dessen die Flammen des Gaserzeugers, die sich in der geräumigen Konkremationskammern ausbreiten, durch die mittelst besonderer Röhren eingeführte Luft zu den höchsten Hitzegraden gebracht werden. Der Gaserzeuger, welcher auf vier Rädern über zwei parallelen Schienen plaziert ist, kann der Konkremationskammer mehr genähert oder von ihr entfernt werden. Für die Leiche ist in dieser ein Lager von Metallstiften vorhanden, welche nach oben in abgerundete Knöpfe auslaufen und allmählich in der Längsrichtung gegen das Fenster hin (wo der Kopf zu liegen kommt) niedriger werden. Die Zeitdauer des ganzen Verbrennungsprozesses bemifst sich auf $1^1/_4$ Stunde. Aschen- und Knochenrest = 3,5 bis 5,5 Proz. des ursprünglichen Leichengewichts. Die entweichenden Dämpfe sollen äufserst geringfügig und nur bei Beginn des Prozesses, später nur farb- und geruchlose Gase, vorhanden sein [14].

Die Apparate zur Leichenverbrennung mittelst erhitzter Luft nach Fr. Siemens' Regenerativsystem*) besteht aus drei voneinander getrennten Teilen [15]:

---

*) Mit demselben stimmt prinzipiell überein der auf S. 52, Fig. 1 abgebildete Ofen von Toisoul & Fradet. In dieser Figur bedeutet A den Generator, E den Regenerator, O die Verbrennungskammer.

4*

1) aus einem Gaserzeuger aufserhalb des Krematoriums, wenigstens aufserhalb der Verbrennungskammer;
2) aus dem im Gebäude gelegenen Ofen mit Regenerator und Verbrennungsraum, und
3) aus dem Schornsteine zur Abführung der Verbrennungsprodukte.

„Man denke sich ein schönes, dem ernsten Zwecke entsprechend gebautes, hallenförmiges Leichenhaus (Leichenhalle, Leichenkapelle), in dessen Mitte der Ofen, unterirdisch. nur als Versenkung bemerkbar, im übrigen aber für die im Gebäude befindlichen Personen unsichtbar ist. In diesem Gebäude oder in direkter Verbindung damit befindet sich der Raum für Aufstellung der Urne. Der vor dem Gebäude angelangte Leichenkondukt tritt, nachdem der Sarg dem Wagen entnommen ist, in die oben genannte Halle ein. Nachdem der Sarg auf den Katafalk niedergesetzt und die übliche Ceremonie beendet ist, wird derselbe vermittelst der Versenkung nach dem geräumigen Vorraum vor dem Ofen hinabgelassen, worauf eine nach Art der Zugbrücken oder Fallthüren selbstthätig sich bewegende Vorrichtung sogleich sich vorschiebt und die Oeffnung schliefst. — Der Sarg nebst Inhalt wird nun von dem Vorraum aus sofort durch eine andere, mechanische Vorrichtung dem Ofen übergeben, um in einem Zeitraum von ca. $1^1/_4$ Stunde in Asche verwandelt zu werden, die, am Schlusse in einer Urne gesammelt. den Angehörigen zur Niedersetzung im öffentlichen Urnenhause oder in einem Erdgrabe oder Erdgruft übergeben wird [17].“

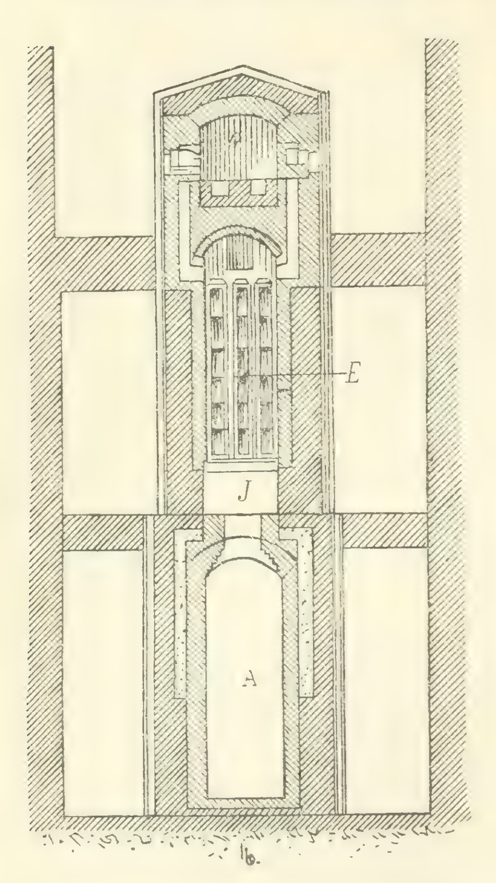


Fig. 1. Ofen Toisoul & Fradet (freie Nachbildung von Siemens' Ofen).

„Das Verbrennungsverfahren selbst ist folgendes: Der Gaserzeuger wird derart in Betrieb erhalten, dafs durch die Füllvorrichtung in Intervallen von einigen Stunden eine Wiederanfüllung des konsumierten Brennmaterials als Stein-, Braunkohle, Torf oder Holz, oder Coaks stattfindet. — Das gebildete Gas wird durch einen mit Regulierungsklappe versehenen Kanal in den Regenerator geführt, wo dasselbe, mit einem ebenfalls regulierten Luftstrom zusammentrifft und verbrennt. Die so gebildete Flamme durchstreift die Regeneratorkammer und erhitzt das darin aufgeschichtete Ziegelmaterial bis zur Weifsglut. — Die der Flamme anhaftende, noch übrige Wärme dient dazu, den Ofen oder die Kammer, welche zur Aufnahme der Leiche bestimmt ist, noch bis zur schwachen Rotglut vorzuwärmen, worauf die Verbrennungsprodukte durch einen Kanal in die Erde entweichen. Sobald sich der Ofen in dem oben beschriebenen Zustande befindet, kann der Prozefs der Leichenverbrennung vor sich gehen. Der Verschlufsdeckel des Ofens wird durch den den Ofen bedienenden Feuermann gehoben, und der zu verbrennende Körper in die Verbrennungskammer eingeführt. — Nachdem der Ofen wieder geschlossen ist, wird der Körper, je nach seiner physischen Beschaffenheit, eine längere oder kürzere Zeit der Einwirkung der Rotglut ausgesetzt, um einen Teil seines Gehaltes an Flüssigkeiten abzugeben. — Nachdem dieser Teil der Operation beendet ist — was in Zeit von $1^1/_4$ Stunde stattfinden kann — schliefst man die Gasklappe. Infolgedessen gelangt nunmehr Luft in den Regenerator und in den Verbrennungsraum. Diese wärmt sich im Regenerator bis nahe zur Weifsglut vor, in welchem Zustande dieselbe auf den vorgewärmten und zum grofsen Teile ausgetrockneten

Körper trifft, was eine schnelle Verzehrung aller seiner verbrennbaren Teile zur Folge hat. Diese zersetzen sich durch die Einwirkung der Hitze und entweichen als Kohlensäure. Der phosphorsaure Kalk bleibt als Pulver übrig, welches durch den Rost in den Aschenraum fällt und durch eine besondere, hier befindliche Vorrichtung sich leicht sammeln und herausnehmen läfst, so dafs die übrig gebliebene Asche, wie schon erwähnt, in einer Urne oder in einem anderen Gefäfse den Angehörigen zur Beisetzung übergeben werden kann." — „Da der ganze Prozefs in ca. 1 Stunde abgelaufen ist, so werden excl. des ersten Aufwärmens des Ofens ca. 100 kg Braunkohle oder 50 kg Steinkohle konsumiert, und würde dies auch der ganze Verbrauch an Brennmaterial sein, wenn die verschiedenen Verbrennungen gleich aufeinander folgen könnten. Ist dies nicht der Fall, so würde des pausenweise Verbrennens und der Ruhe des Aufwärmens des Ofens wegen ein gröfseres Quantum Brennmaterial erfordert." — „Ein gut unterrichteter Feuermann genügt zur Bedienung des Ofens (Handhabung der Ventile, Oeffnen und Schliefsen der Thür). Um des Nachts den Ofen nicht zu sehr erkalten zu lassen, müfsten die Ventile und Essenschieber ganz dicht verschlossen werden. Am Morgen brauchten dieselben nur geöffnet und der Rost des Gaserzeugers geputzt zu werden, worauf der Ofen in kurzer Zeit wieder betriebsfähig und zur Aufnahme von Leichnamen wieder bereit wäre. Dasselbe Verfahren müfste auch bei längeren Verbrennungspausen beobachtet werden, sodafs der Ofen nie ganz aufser Kurs zu kommen brauchte, ohne deshalb wesentlich mehr Brennmaterial und Arbeitslohn zu erfordern." — „Aufserdem ist noch ein Gaszuleitungsrohr vorhanden, durch welches Gas am oberen Ende des Regenerators eintreten kann. Das hier einströmende Gas ist bestimmt, sobald eine längere anhaltende Verbrennung (z. B. von ganzen Tieren) stattfindet, die Kammer vor allzu grofser Abkühlung zn schützen"[16].

Das in Zürich zur Anwendung gelangende System (die Erfindung des Ingenieurs C. E. Bourry) wärmt mit in einem Coaksgenerator vorgewärmtem Kohlenoxydgas den eigentlichen Verbrennungsraum vor, indem rings um das innere, aus feuerfesten Ziegeln konstruierte Verbrennungsgewölbe die Flammen des Generators herumströmen, worauf die heifsen Abzugsgase zum Vorwärmen der äufseren Luft dienen, indem sie zwischen jenen, die äufsere Luft hereinführenden Kanälen herumgeleitet werden[23]. Nachdem die Leiche dem Verbrennungsraum überliefert ist, stellt man die Kohlenoxydgaszufuhr ab und läfst in den Verbrennungsraum nur vorgewärmte Luft strömen und auf die Leiche einwirken, welche nun in dieser bis auf die Höhe von 800—900 ° C. erhitzten Luft verbrennt. Es ist hierdurch ermöglicht, ohne Unterbrechung und ohne nochmalige Vorbereitung (Anheizung etc.) einer ersten Verbrennung eine zweite folgen zu lassen. Das Einbringen des Sarges in die glühende Luft sowie der Veraschungsprozefs selbst kann mit Hilfe der eingesetzten Fensterchen von den Leidtragenden beobachtet werden, da der Sarg (ohne eine Versenkung zu erfahren, wie beim Siemens'schen Apparat) in wagerechter Richtung auf einer Schiene in den allen Anwesenden sichtbaren Raum hereingeschoben wird. Jedoch kann auch, um sensiblen Naturen diesen Anblick zu ersparen, ein cylinderartiger beweglicher Behälter vor der Ofenöffnung angebracht werden.

Für die Vorbereitungen zu einer Züricher Verbrennung[18] sind gewisse Formalitäten festgestellt: die Meldung, dafs eine Feuerbestattung beabsichtigt werde und beantragt werden soll, — die amtliche Mitteilung der zu beobachtenden Einzelheiten an die Familienangehörigen und Interessenten, die amtlich beglaubigte Willensmeinung des Verstorbenen, dafs er diese Art der Bestattung für sich verlange (an die Stelle einer solchen Urkunde kann die Versicherung dreier Personen treten: der Verstorbene habe ihnen diesen Wunsch ausgedrückt), ein amtsärztliches Attest über die Todesursache. Für die Deckung der Kosten mufs von vornherein Sicherheit geleistet werden.

Um der Technik des Verbrennungsaktes nicht durch Willkürlichkeiten Hindernisse in den Weg zu legen, ist bestimmt, dafs der Sarg in maximo 2 m Länge, 0,7 m Breite, 0,45 m Höhe haben soll (die Dimensionen des Verbrennungsofens sind zu Grunde gelegt). Das Material des Sarges soll Pappel- (event. Tannen-)Holz sein; Metallbeschläge müssen vermieden, statt eiserner Nägel hölzerne Pflöcke angewandt werden. — Kommt der Leichnam von auswärts an, so mufs der innere Sarg (es ist, wie unter „Transport" mehrmals berührt, ein Einsatzsarg und ein äufserer Sarg erforderlich) aus Holz verfertigt und ausgepicht sein; als Bettung der Leichen dürfen in diesen Fällen nur Säge- und Hobelspäne (nicht Asche und Kohle) angewandt werden.

Neun Stunden vor dem eigentlichen Verbrennungsakt beginnt auf ausdrückliche Anordnung des Feuerbestattungskommissars der Heizer seine Arbeit; 28—29 Centner Coaks reichen zur Erzeugung der vorerwähnten 800—900 ° C. aus. Bei einer Hitze von 800 ° sehen die Backsteinwände des Ofens dunkelrotglühend; bei einer solchen von 900 ° C. — der für das Werk erfahrungsgemäfs geeignetsten — rosarotglühend aus. — Sind alle zu fordernden Bedingungen am Sarge etc. erfüllt, das Ceremoniell durch Einsegnung der Leiche, Redefeierlichkeit etc. beendet, so wird der Sarg, nach Oeffnen der Doppelthür des Ofens und noch eines inneren Abschlusses, mittelst einer mechanischen Vorrichtung auf den Verbrennungsrost geschoben, was sich in wenigen Minuten vollzieht Darauf werden die Ver-

wandten eingeladen, durch das auf der Rückseite des Ofens angebrachte Fenster (Marienglas, Glimmer) den Verbrennungsakt zu beobachten, was indes vielfach abgelehnt wird. (Zur Beobachtung seitens Fremder mufs die Einwilligung der Leidtragenden eingeholt sein.) Die Ofenthür, sowie die eisernen Schieber vor den Durchsichtsöffnungen können nur durch den Feuerbestattungskommissar mittelst besonderen Schlüssels geöffnet werden. Die Zeugen des Aktes tragen sich in ein Buch ein. — Am Tage nachher werden den Interessenten die

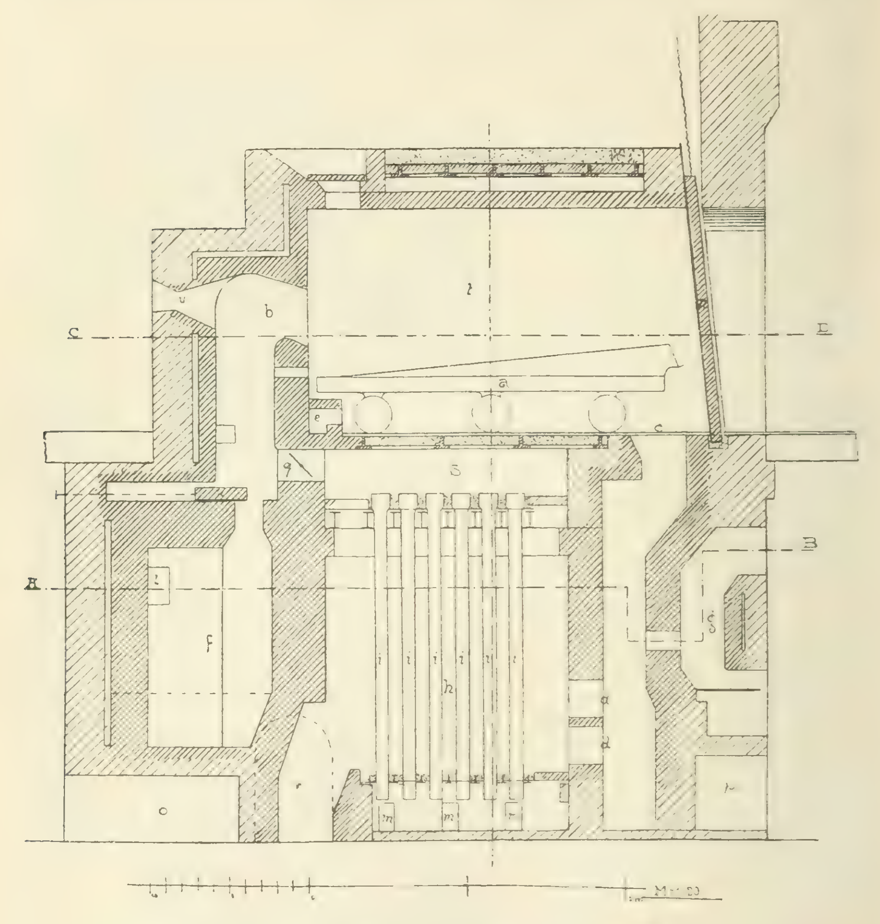


Fig. 2. Ofen von **Klingenstierna**.

Ueberreste unter Oeffnen der Ofenthür vorgewiesen. Die leichte Asche der Umhüllung und des Holzsarges fliegt beim Oeffnen eines mit dem Rauchfang kommunizierenden Schiebers nach jenem zu; die kalcinierten Knochenteile und die von den verbrannten Geweben herrührende Asche werden mittelst eines durchgeführten eisernen Wischers nach der Aschenöffnung im Ofen geschoben, wo sie durch den geöffneten Aschenschieber direkt in die Urne hineinfallen.

Es ersieht sich aus dem Vorstehenden, daß auch der Bourry'sche Apparat zu denjenigen Leichenverbrennungszurüstungen gehört, welche den vom Internationalen Feuerbestattungskongreß zu Dresden 1876 aufgestellten technischen Bedingungen entsprechen: vollständige Verbrennung des Leichnams, sodaß verkohlte Reste nicht zurückbleiben; keine Verbreitung übelriechender Dämpfe und Gase, leichtes Herausnehmen aller Aschen- und kalcinierten Knochenbestandteile.

Im Interesse der Anschaulichkeit sind mehrere sehr verdiente, weil ganz von unbefangener Beobachtung eingegebene Wiedergaben der Hergänge von großem Wert. Die hervorragendste dürfte die von Professor Heim (Zürich) sein, welcher zunächst die Vorwärmung durch fünf Stunden, bis Wände und Rost des Verbrennungsraumes sowie der Vorwärmer rotglühend (600 bis 800° heiß) waren, verfolgte und dann das weiter Beobachtete (es war ein Augustabend), wie folgt, schildert[19].

„Um halb sechs Uhr wurde die Oeffnung zum Luftzutritt unter dem Vorwärmer ganz aufgeschlossen, der tierische Leichnam (82 kg Gewicht), auf einem Brette liegend, durch die geöffnete Thür des Verbrennungsraums sorgfältig auf den Backsteinrost geschoben und die eiserne Thür wieder geschlossen. In der letzteren sowie in der Thür des Aschenraums waren kleine Oeffnungen zum Beobachten angebracht. Der Luftzug nach dem Schornsteine war so stark, daß selbst beim Einführen der Leiche keine belästigende heiße Luft aus dem Ofen trat. Oben ließ man bloß zur Beförderung der Flammenbildung über den Vorwärmer noch etwas Heizgas in den Verbrennungsraum einströmen; die untere Vorwärmungsflamme wurde aber ganz abgesperrt." — „Etwa drei Minuten lang war gar keine Veränderung zu sehen, es trocknete offenbar nur die oberste Kruste der Leiche aus. Dann fing rasch der Leichnam an seiner ganzen Oberfläche Flamme und brannte selbst lebhaft weiter. Um beobachten zu können, ob nicht allerlei Explosionen vor sich gehen, hatte ich angeordnet, daß das Tier an seiner ganzen Haut vollständig unverletzt in den Ofen gebracht wurde. Ich kann nun bezeugen, daß keinerlei Vorgänge derart stattfanden, die für Auge oder Ohr der Umstehenden irgendwie verletzend gewesen wären — man hörte fast immer nur das Geräusch des starken Luftzuges, aber kein Geräusch, das von der brennenden Leiche ausgegangen wäre." — „Am Schornsteineingang war eine Vorrichtung angebracht, um die Schornsteingase aufzufangen und zu untersuchen. Sie zeigten sich während der ganzen Verbrennung bei ungehindertem Luftzutritt in den heißen Generator vollkommen geruchlos, meist auch farblos. Von Rauch entstand niemals und nirgends auch nur eine Spur. Einmal hatten die Schornsteingase etwas Geruch nach Salpetersäure, was gerade ein Beweis für die Vollständigkeit der Verbrennung ist. — Die Verbrennung erfolgt Schicht um Schicht. — Unter einer hinfälligen Kruste von porösen, kreideweißen Aschen brannte eine schwarze, schlackige Kruste mit heller Flamme, und durchstach man diese, so gelangte man in die weiche, feuchte, offenbar noch fast gar nicht veränderte und wahrscheinlich noch kühle Masse des Tierleichnams. Ganz allmählich bröckelte die weiße Aschenkruste ab und fiel durch den Rost in den Aschenraum, und eine neue bildete sich, ganz allmählich und gleichförmig schwand der noch unverbrannte Rest, nach und nach wurden die äußeren, dann auch die tieferen Knochen blendend weiß an der Oberfläche immer mehr bloßgelegt, einmal z. B. sah man alle Rippen und die Wirbelsäule, dann bröckelten sie ab. Immer flammte lebhaft und ganz rauchlos (die Flammen waren kurz) der schwindende Rest, während man im übrigen keine Flamme im Verbrennungsraume sah."

„Es wird also die Leiche auf diese Weise nicht etwa durch eine äußere Flamme verbrannt, wie dies beim Scheiterhaufen der Fall war, es wird auch nicht die Leiche halb abdestilliert, und dann die entweichenden Gase erst in einer glühenden Kohlenschicht mit überschüssigem Sauerstoffe vollständig verbrannt, wie dies in einem Muffelofen wahrscheinlich der Fall wäre, sondern es brennt der Leichnam selbst, und so macht der ganze Vorgang nicht nur keinen verletzenden, sondern sogar einen wahrhaft erhabenen und schönen

Eindruck. Durch diese rasche und schichtenweise von außen nach innen vordringende Trocknung und Verbrennung werden offenbar die Wandungen von Organen, die zu Explosionen Veranlassung geben könnten, aufgezehrt, bevor die Hitze ins Innere dringt." — „Hier wird nicht erst der ganze Leichnam ausgetrocknet und dann verbrannt, sondern Austrocknen und Verbrennen schreiten miteinander schichtenweise nach innen vor, bis die ganze Masse verbrannt ist, und das letzte weiße Aschenstück durch den Rost fällt." — 7 Uhr 30 Minuten, also zwei Stunden nach dem Eintragen des Leichnams, war auch die Leber, die noch am längsten aushielt (teils weil sie unten gelegen, und teils weil Lebermasse überhaupt schwierig zu verbrennen ist), verschwunden und die ganze Verbrennung vollendet. Der Verbrennungsraum war noch stark rotglühend, ebenso der obere Teil des Generators, der Verbrennungsrost war ganz rein. Die Thür des Aschenraumes wurde geöffnet, und die Asche von dem glatten Boden mit einer Schaufel sorgfältig herausgezogen. Sie bestand aus 2 kg sehr reinen, kreideweiß gebrannten, porösen, brüchigen, vollständig geruchlosen, kleinen Knochenaschenstücken." — „Der Ofen war nun noch so heiß, daß nach vielleicht einer halben Stunde Vorwärmung für den unteren Teil des Generators gleich wieder eine Leiche hätte ebenso vollständig verbrannt werden können."

Für das seit etwa 15 Monaten funktionierende Krematorium in Heidelberg ist das System des Oberst Klingenstierna, welcher auch den Apparat selbst aufstellte, gewählt worden und zwar besonders deshalb, weil die Herstellung des Apparates billiger ist, als die der vorher bekannten Apparate, und auch der Verbrauch von Feuerungsmaterial, namentlich bei Einzelverbrennungen, viel geringer ist, als in den Apparaten von Gotha und Zürich. Die in Italien angewendeten Systeme wurden außer acht gelassen, weil dieselben nach den gemachten Erhebungen doch einzelne Mißstände zeigten, und die Art und Weise des Betriebs derselben nicht nachahmenswert erschien. Nach Ablauf des ersten Betriebsjahres kann nur bestätigt werden, daß der Apparat bis jetzt allen Erwartungen vollauf entsprochen hat. Es waren ganz im Anfang einige kleine Aenderungen in der Rost- und Feuerungsanlage notwendig, sonst ist der Apparat bis jetzt noch vollständig gut[20]. (Die hinsichtlich der Kostenherabsetzung gemachten Erfahrungen sind an der passenden Stelle ausführlicher zur Rekapitulation gelangt.)

Auf gleichem System beruht die Konstruktion des Krematoriums zu Offenbach a. M. Dieser Ofen (Fig. 2 S. 54) besteht aus vier Teilen: „dem Generator, dem Verbrennungsraum, dem Rauchverzehrer, welcher zugleich als Vorwärmer dient und schließlich dem Abzugskanal, der in den Schornstein übergeht. Die im Generator durch Coaksfeuerung erzeugten Gase, welche im wesentlichen aus Kohlenoxyd bestehen und ungefähr 1200° C. warm sind, gelangen in den Verbrennungsraum E. und vermischen sich hier mit der auf ca. 400° C. vorgewärmten atmosphärischen Luft. Das hierbei entstandene Luftgemisch ist ungefähr 800° C. warm und bildet die eigentliche Verbrennungsluft. Die heiße Luft entzündet den Leichnam und zieht in den Rauchverzehrer ab. Die vom Rauchverzehrer abströmenden Gase umspülen jedoch, bevor sie in den Schornstein gelangen, eine Reihe von senkrechten, gußeisernen Röhren ii. Durch letztere wird kalte atmosphärische Luft angesogen und auf ca. 400° vorgewärmt, um sich dann — wie bereits erwähnt — mit den Generatorgasen im Verbrennungsraum zu vereinigen. Der Leichnam wird durch eine Versenkung in den Verbrennungsraum hinuntergelassen, hier auf einen

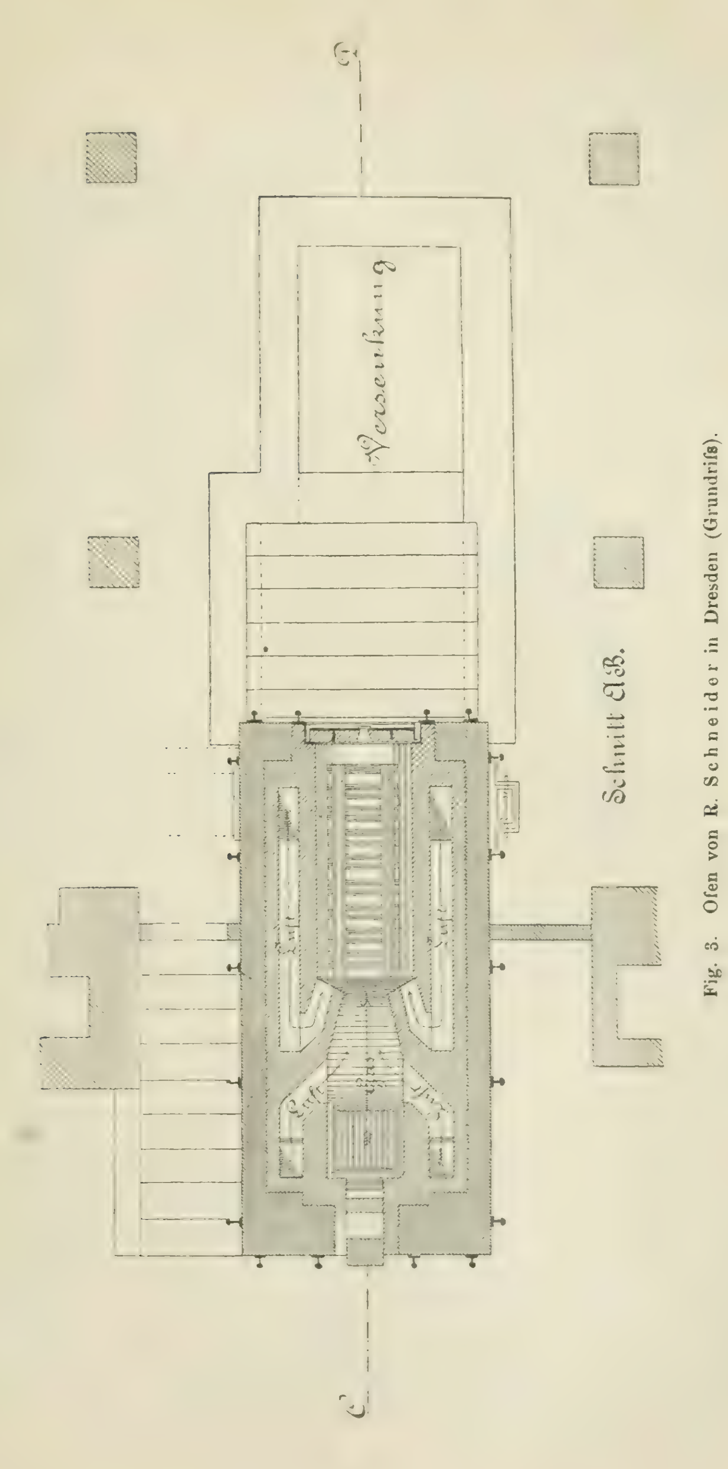


Fig. 3. Ofen von R. Schneider in Dresden (Grundriß).

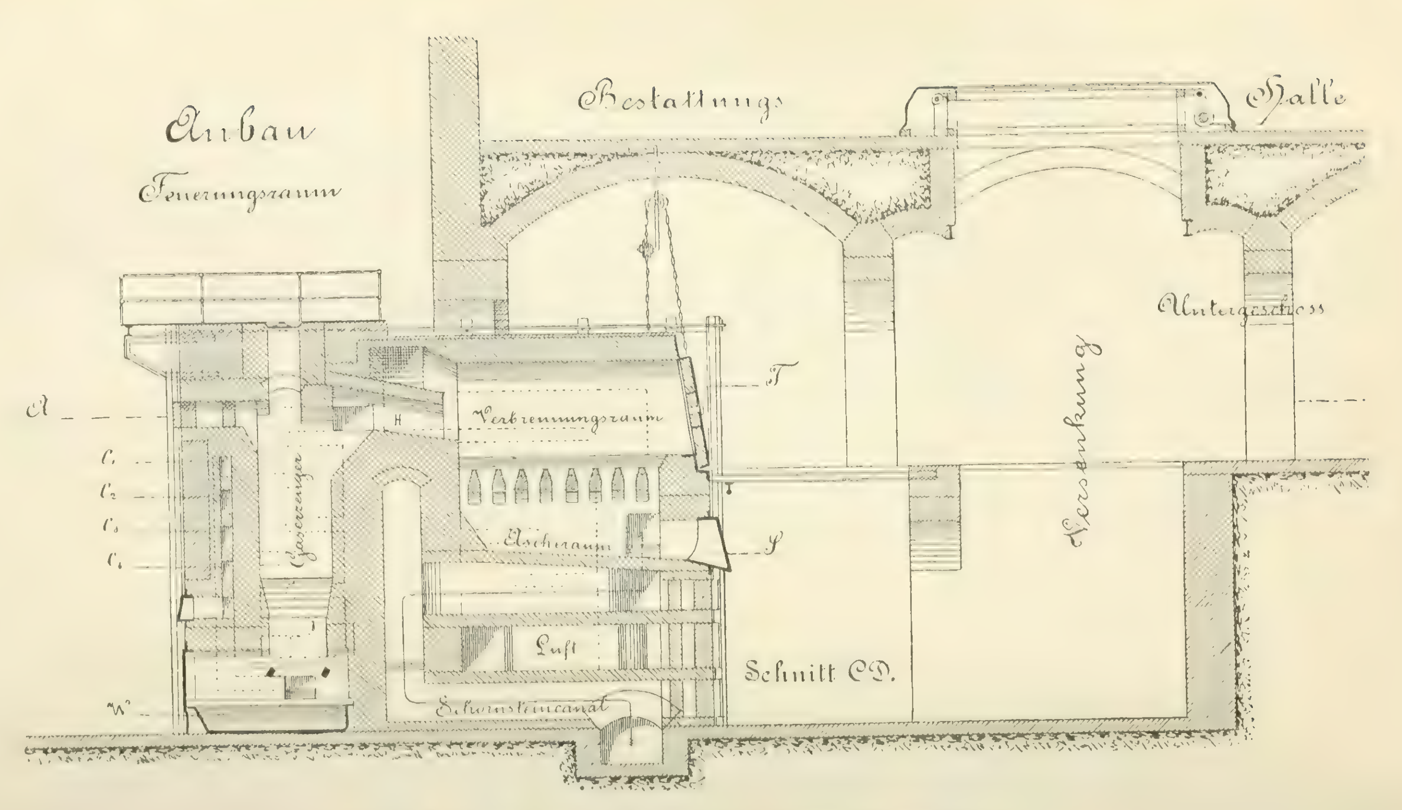


Fig. 4. Ofen von R. Schneider in Dresden (Längsschnitt).

eisernen Wagen, der zugleich Rost und Aschensammler ist, gelegt und mit diesem Wagen durch eine mit Beobachtungsfenster versehene Thür in den Verbrennungsraum geschoben [20]. — 4 Stunden vor der eigentlichen Verbrennung, welche an sich 2 Stunden Zeit in Anspruch nimmt, muß mit der Anheizung begonnen werden, welche jedoch zu einer unmittelbar folgenden zweiten (auch dritten) Verbrennung vorhält.

Seit dem August 1892 ist auf einem besonderen Grundstück in der Nachbarschaft des Allgemeinen Hamburger Friedhofes ein neues Krematorium (System Schneider (Fig. 3 u. 4, S. 57 u. 58) fertig gestellt und sofort (bei dem gewaltig wirkenden Anlaß der Cholera-Epidemie) in Betrieb gesetzt worden [21]. Die eigentliche Verbrennungshalle erhebt sich im Mittelpunkt des Grundstücks; dieses in eine Kuppel auslaufende Gebäude ist zunächst von Gartenanlagen umgeben, die ihrerseits mit Urnenhallen umgrenzt gedacht sind (der letztere Teil harrte zur Zeit der Beschreibung noch der Fertigstellung). Im Hauptgebäude gelangt man durch eine kirchenartig eingerichtete Vorhalle in den für die Beisetzungsfeierlichkeiten (nischenförmige Kolumbarien zur Rechten und Linken) eingerichteten 11,25 m hohen Mittelraum, hinter welchem Sezierraum und Leichenkammern ihren Platz gefunden haben. Teilweise unterirdisch ist hier der Flammofen (es handelt sich um eine Modifikation der Siemens-Oefen) angebracht, in welchen die Leichen durch hydraulische Fahrstühle gelangen. Der die Gase ins Freie leitende Schornstein kann bei seiner Höhe von 24,5 m zugleich als Lockkamin zur Ventilation sämtlicher sonstiger Räume des Krematoriums dienen. Das Schneider'sche System zeichnet sich durch folgende Modifikationen aus: Der Verbrennungsraum selbst ist überwölbt und unten begrenzt durch einen aus Chamottestäbchen gebildeten Rost. An ihn unmittelbar schließt sich der Aschenraum an, welcher außerdem zugänglich ist vermittelst einer eisernen Klappe mit dem Sammeltrichter S für die Asche. Unterhalb des Aschenraumes beginnen die schlangenartig gebogenen Kanäle, die zur Abführung der bei der Verbrennung sich bildenden Gase in den Schornstein bestimmt sind. Der Generator ist ein unten durch den Planrost abgeschlossener Schacht. Die zur Heizung dienende Coaks werden von der mit einem Schutzgitter versehenen Plattform aus durch eine Füllvorrichtung eingeführt. Das in dem Generator unterhaltene Coaksfeuer saugt die erforderliche Betriebsluft durch regulierbare Löcher C_1 C_2 C_3 C_4 an. Ist die Temperatur zu einer gewissen Höhe gestiegen, so verdampft aus einem unterhalb des Rostes befindlichen Wasserbehälter W Wasser so, daß diese Dämpfe vom Coaksfeuer angesogen werden. Durch diese Berührung werden sie in Sauerstoff und Wasserstoff gespalten. Der O verbindet sich mit dem glühenden C zu Kohlenoxyd (hilft das Verbrennungsmaterial besser ausnützen). H bewirkt eine Verbesserung der Heizgase, welche durch einen Verbindungskanal in den Verbrennungsraum, von da in den Aschenraum, von diesem in den Schornstein gelangen (22 m hoch). Rotglühhitze im Generator nach 3—4 Stunden. Dann Einbringen des Leichnams; Schließung der Verbrennungskammer durch die Thüre T, Abstellen der Löcher für die Betriebsluft; Einlaß der atmosphärischen Luft in die Kanäle, welche sich in den Wänden des Generators befinden. Diese Luft erwärmt sich auf ihrem Wege auf ca. 1000° C., vermischt sich mit den aus dem Generator stammenden Heizgasen im Verbindungskanal und verbrennt in 90 Min. den Leichnam zu weißer Asche.

Noch verdient volle Beachtung diejenige Modifikation des Siemensschen Verfahrens, welche keines Generators bedarf, indem als Heizmaterial eine Mischung von Leuchtgas und komprimierter Luft — etwa im Verhältnis von 2:5 — dient (Guichard (Fig. 5, S. 60 und Fig. 6, S. 61). In der sonst für sich verständlichen Figur ist A die Siemenssche Regenerativ-Kammer, deren Hitze sich auf die bei a eintretende komprimierte Luft überträgt. Auf dem Pariser Kongreß wurde die Verbrennung eines Hammels im Guichard'schen Apparat innerhalb 46 Minuten bewirkt.

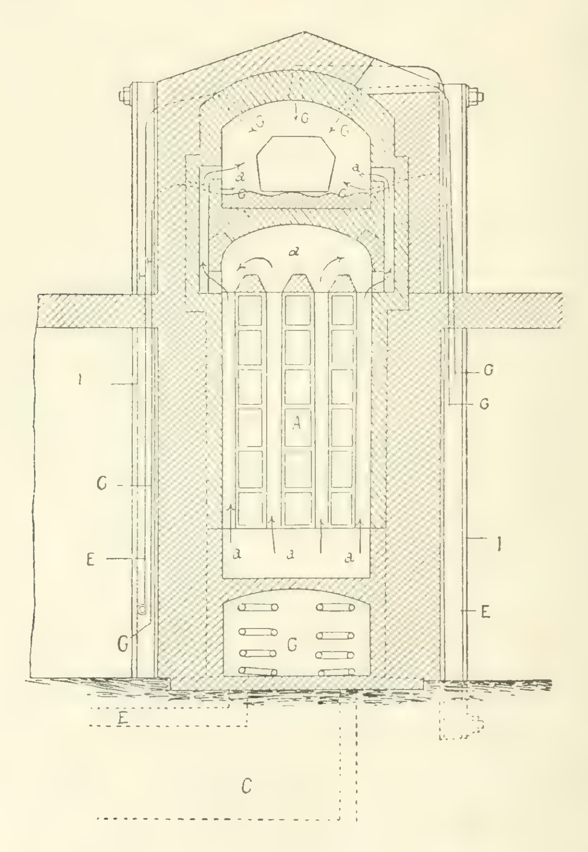


Fig. 5. Ofen von Guichard (Querschnitt).

Von der technischen Fragestellung ausgehend, führten die vorstehenden Erörterungen zu dem Ergebnis, daß auch in hygienischer Beziehung der Zweck der Veraschung durch die neuesten Erfindungen erreicht wird. In Bezug auf die aus diesem Resultat weiter zu ziehenden Schlüsse spricht sich ein neuerer Brief R. Virchow's aus, den dieser (Anfangs Dezember 1892) an den Vorstand des Vereins für Feuerbestattung in Berlin gerichtet hat [22]:

„In Erwiderung auf das gefl. Schreiben von Anfang Oktober cr., in welchem der Vorstand an mich das Ersuchen richtete, ein ärztliches Gutachten über die Nützlichkeit der Einführung der fakultativen Feuerbestattung, namentlich bei solchen Personen, welche an Cholera oder

sonstigen epidemischen Krankheiten verstorben sind, abzugeben, erkläre ich in voller Aufrechthaltung der von mir bereits im preußischen Landtag 1881 dargelegten Meinung, daß ich die Feuerbestattung vom sanitären sowohl, als vom volkswirtschaftlichen Standpunkt nur für durchaus nutzbringend erachte.

Zu Zeiten größerer Epidemien sollte die Feuerbestattung geradezu als eine Notwendigkeit anerkannt werden.

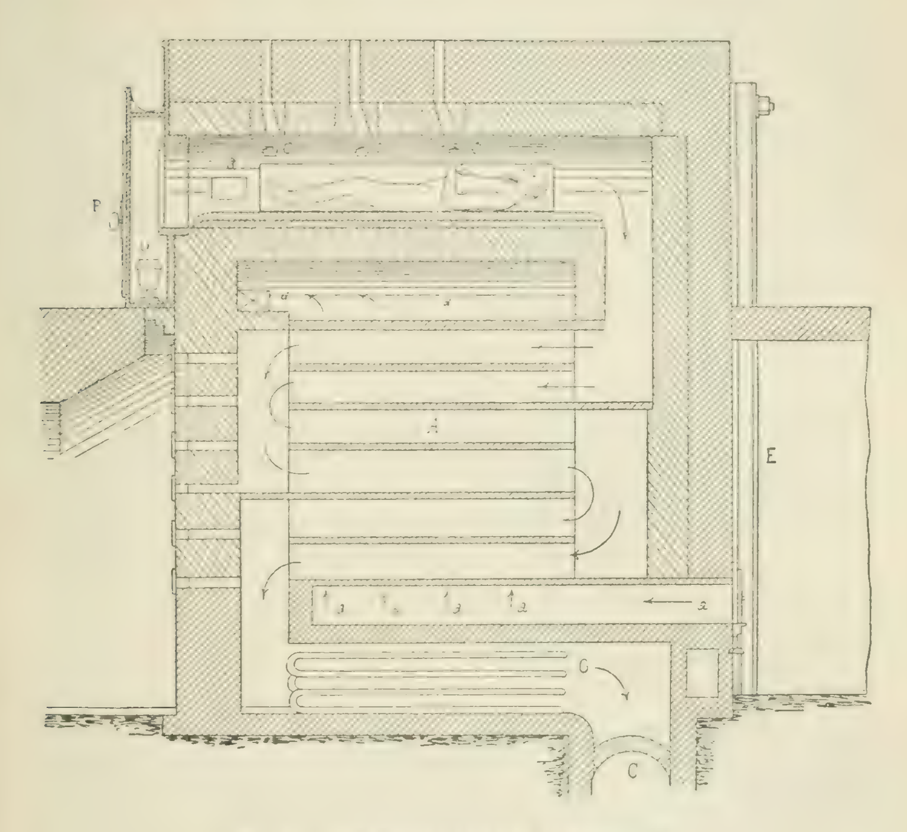


Fig. 6. Ofen von Guichard (Längsschnitt)

Hochgradige Hitze hat sich nach meinen Erfahrungen auch schon bei Temperaturen unter der Verbrennungshitze als wirksames Vernichtungsmittel der Mikroorganismen und Ansteckungskeime erwiesen, indes die wirkliche Verbrennung gewährt eine ungleich größere Sicherheit.

Für große Städte sollte daher die Feuerbestattung ganz besonders anzustreben sein, da Massenbegräbnisse auf den oft in unmittelbarer Nähe bewohnter Gegenden gelegenen Kirchhöfen die Besorgnisse immer wieder wachrufen, daß eine Gefahr für die Nachbarschaft nicht ausgeschlossen ist."

Litterarisch traten ferner die Auslassungen von Francke[23] und die Monographie von Goppelsröder[24] hervor, beide auf ein Vortragspublikum berechnet, beide die hygienische Seite des Verfahrens besonders hervorhebend und die Entkräftung der juristischen, religiösen,

ökonomischen und ästhetischen Bedenken anstrebend. Francke zog mit großem Geschick einen Vergleich zwischen den hygienischen Ergebnissen des Erdgrabes und denen der Feuerbestattung, der durchaus zu Gunsten des letzteren ausfiel. Goppelsröder betont besonders die Schnelligkeit der Vernichtungsprozesses und gewann seine Zuhörer noch besonders durch Vorführung geistreich angeordneter Versuche, in denen es darauf ankam, die einzelnen Vorzüge der Verbrennung im Kleinen zur Anschauung zu bringen.

Nach immer weiter um sich greifender Ueberzeugung bedarf es jedoch der Experimente im Kleinen kaum noch, um die hygienischen Vorteile der technisch richtig geleiteten Feuerbestattung zu demonstrieren [25]. Hier muß es vielmehr gerade in dem Stadium der gegenwärtigen Entwickelung der Frage gestattet sein, auf die Thatsachen zurückzugreifen, welche in tausendfacher Wiederholung aus den Plätzen mit fakultativer Feuerbestattung vorliegen [26]. Daß nicht aus irgend einem derselben Klagen in die breitere Oeffentlichkeit gelangt wären, sobald nur einigermaßen substantiierte Gründe für derartige Klagen und hygienische Bedenklichkeiten erfindlich gewesen wären, ist einfach undenkbar. Demgegenüber hat sich in weniger als einem Quinquennium die Zahl der günstigen Erfahrungen mit der Flammenbestattung in beachtenswerter Weise gemehrt [27]. Ende 1888 noch waren Verbrennungsöfen in Thätigkeit:

in Italien 23, so an den Plätzen Spezzia, Pisa, Livorno, Mailand, Lodi, Brescia, Cremona, Udine, Padua, Varese, Ravenna, Florenz, Rom [28]; in Amerika z. Z. 10 [29], in Deutschland 3 (Gotha, Heidelberg, Hamburg) [30]; in Schweden, Dänemark, England [31], Frankreich [32] (in den Hauptstädten), in der Schweiz (Zürich) [33] je 1.

An Leichnamen waren verbrannt bis zum Ablauf d. J. 1888:

in Italien	1403	(seit 1876), ca. 700 in Mailand,
„ Amerika	287	
„ Gotha	554	
„ Schweden	39	
„ Dänemark	1	
„ England	16	
„ Frankreich	7.	

Im letztgenannten Lande waren bereits bis zum 31. Dezember 1889 allein im Krematorium auf dem Pariser Friedhofe Père-Lachaise 735 Verbrennungen ausgeführt; bis Mitte 1890: 2057; von der Errichtung eines zweiten Krematoriums jährlich zwischen 1300—1400.

In England bestattete das Krematorium zu Woking von 1884—1887 durchschnittlich nur jährlich 8 Leichname; 1888: 26; 1889: 46; bis Ende 1889 von 1884 an demnach gerade 100. (Verbunden ist mit der zur allgemeinen Benutzung dienenden Anlage noch das Privatkrematorium des Duke of Bedford, welcher sich für die erstere mit einer erheblichen Beisteuer beteiligte.)

In Gotha wurden in den 14 Jahren von 1879 bis 1892 insgesamt 1136 Leichen verascht und zwar:

1878:	1 Leiche (10. Dez.)	1885:	76 Leichen
1879:	17 Leichen	1886:	95 „
1880:	16 „	1887:	110 „
1881:	33 „	1888:	95 „
1882:	33 „	1889:	128 „
1883:	46 „	1890:	111 „
1884:	69 „	1891:	162 „
		1892:	144 „

(Der Rückgang bei 1892 gegen 1891 wird erklärt durch Inbetriebsetzung des Heidelberger Krematoriums [34] mit 58 Verbrennungen.)

Sehr beachtenswert erscheint auch die Uebersicht der Feuerbestattungen in den nordamerikanischen Unionsstaaten von 1881—1892 und zwar:

im Krematorium zu	1881—84	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	Summa
New York		(5)	82	61	86	108	152	176	203	868
St. Louis					24	20	42	60	60	206
Philadelphia					14	28	31	51	59	183
Cincinnati				11	21	34	45	43	28	182
Buffalo			9	17	16	23	30	37	24	156
Los Angelos				7	5	12	17	29	39	109
Detroit				7	8	17	20	23	25	101
Pittsburgh			14	9	11	8	9	13	12	76
Lancaster, Pa.										
Washington, Pa.	40									40
Baltimore						3	5	12	15	35
Troy, N. Y.							4	10	12	26
Davenport, Ja.									15	15
Swinburo, Island								9	11	20
New York, Harbor										
Waterville, N. Y.										
	40	5	100	112	186	253	353	463	503	2017

In Dänemark wie in Belgien, in Spanien und im übrigen Deutschland ist die Feuerbestattungsfrage nicht in der Weise gefördert worden, um aus praktischen Ergebnissen zu einem in hygienischer Beziehung ausschlaggebenden Urteil zu gelangen.

In Berlin begründete sich ein Verein von Anhängern der Feuerbestattung (die diesem Prinzip gemäß auch über das Verfahren mit ihren eigenen Körpern testamentarische Bestimmungen treffen) seit 1874. Auf dem Gemeindefriedhof bei Friedrichsfelde wurde eine besondere Leichenhalle zur Aufnahme der Aschenurnen feuerbestatteter Leichen fertiggestellt, zu der im Jahre 1890 am 23. Juni vom Verein für Feuerbestattung der Grundstein gelegt worden war. Diese Halle enthielt Mitte 1893 die Zahl von 50 teilweise reich ausgestatteten Urnen mit Leichenbrandresten (6 derartige Urnen befanden sich gleichzeitig auf besonderen Wahlstellen in der Erde). Auch für Hergabe eines Platzes für die Feuerbestattung selbst (Krematorium) hat sich der Vorstand des Vereins kräftig verwandt und die betreffende Zusicherung, jedoch bei dem ablehnenden Standpunkt der Staatsregierung den 500 qm großen Platz noch nicht definitiv zugewiesen erhalten [35].

Ganz ähnlich wie in Hamburg der Widerstand unüberwindlich scheinender Mächte durch eine hygienische Anforderung: die folgenlose Bestattung der Choleraleichen, gebrochen wurde, ordnete man in Rußland für den Fall des Eintretens der Pest zur Verhütung der Ausbreitung derselben polizeilich die Leichenverbrennung an, erreichten die Gesellschaften für Feuerbestattung in Rio Janeiro und in Valparaiso den Bau von Krematorien unter dem sanitären Gesichtspunkt der Vernichtung der Gelbfieberleichen.

Es erscheint hiernach bewiesen, daß

1) erfahrungsgemäße Einwürfe hygienischer Natur aus Plätzen,

wo die Feuerbestattung praktisch ausgeübt wird, kaum vorgebracht werden, —

2) die gefährliche Hinterlassenschaft von Seuchen (Cholera, Pest, Gelbfieber, Flecktyphus) am erfolgreichsten durch Feuerbestattung beseitigt werden kann, und daß diese Ueberzeugung überall, wo die hygienische Fragestellung zur Hauptsache wurde, auch thatsächlich durchgeschlagen hat.

Es bleibt demnächst die Kostenfrage zu untersuchen. Hier wird zur Orientierung nachstehende von Th. Weyl aufgestellte Uebersicht [36] sehr zweckmäßig erscheinen.

Ort	System des Flammofens	Es dauerte [in Stunden] der Akt der Vorwärmung	Es dauerte [in Stunden] der Akt der Veraschung	Die Selbstkosten beliefen sich auf jedesmal Mark	Für die erste Veraschung wurden faktisch erhoben Mark	Für jede folgende Verbrennung lautet der Anschlag auf Mark
Mailand	Gorini	—	2	—	4 (?)	
Paris	dasselbe	—	2	—	40	
dto.	Toisoul & Fradet	—	$1^1/_4$	ca. 15	—	bei 18 Leichen
dto.	Müller & Fichet	—	$^3/_4$	ca. 3	—	2,40
Gotha	Siemens	4—5	$2^1/_2$	—	80	—
Zürich	Bourry	9	$2^1/_2$—3	—	ca. 80	—
Offenbach a. M.	Klingenstieraa	4	2	8	—	—
Heidelberg	dasselbe	4	2	8	25	—
Hamburg	Schneider	3—4	$1^1/_2$—2	8	8	—

Auch unter Zugrundelegung der höchsten Sätze kann man noch einen günstigen Vergleich konstruieren, wenn man ihn anstellt mit den von Jahr zu Jahr steigenden Kosten, welche in Großstädten die Beschaffung der für den Ankauf von Friedhofsterrains bezw. für deren Erweiterung notwendigen Ländereien verursacht.

In Bezug auf diesen Punkt führt eine dem Preußischen Minister des Innern vom Berliner Magistrat überreichte „Denkschrift" etwa Folgendes aus [37]:

Berlin besitzt seit dem Jahre 1881 einen großen Friedhof, der etwas über $25^1/_2$ Hektar umfaßt, auf welchem jeder Berliner gegen Entrichtung der betreffenden Gebühren ohne Rücksicht auf Religion oder Konfession bestattet werden darf und alle diejenigen Berliner bestattet werden, deren Bestattung der Gemeinde obliegt.

Die Bekenner aller Religionen und Konfessionen: Christen und Juden, Katholiken, Protestanten und Freigemeindler, ebenso diejenigen, die sich zu keiner Religion bekannt haben, ruhen dort nebeneinander, ebenso jene unglücklichen Unbekannten, deren Leichen gefunden worden sind, ohne daß ihre Namen oder ihre Religionszugehörigkeit hat ermittelt werden können. Die Zahl der unbekannten Leichen schwankt in den zehn Jahren seit Eröffnung des Friedhofs zwischen 68 und 86 jährlich.

Es werden dort auf dem Friedhof zu Friedrichsfelde ungefähr 2700 Armenleichen auf Kosten der Kommune jährlich beigesetzt. Diese große Zahl ergiebt die Notwendigkeit, in zehn Jahren, in welcher Zeit der jetzige Friedhof bei der gegenwärtig gebotenen Beerdigung gefüllt sein würde, einen neuen großen Friedhof zu beschaffen; eine solche Beschaffung ist aber mit den größten Schwierigkeiten und mit bedeutenden finanziellen Opfern verbunden.

Denn die Berliner Kirchhöfe müssen in Zukunft sämtlich außerhalb des schon zum großen Teil der Bebauung erschlossenen Berliner Weichbildes angelegt werden, ihre Anlegung aber erfordert, da alle auswärtigen Gemeinden aus guten Gründen sich weigern, sie auf ihren Territorien zu gestatten, außerordentliche Kosten und kann nur mit den größten Schwierigkeiten bewirkt werden. Kirchhofsland ist das teuerste Land und übersteigt in seinem Preise vielfach das der Baustellen.

Die ungeheuren finanziellen Opfer, welche die Beschaffung von Friedhöfen erfordert, würden der Stadt Berlin erspart bleiben, wenn die Feuerbestattung erlaubt würde. Die Urnen, welche die Asche der Verbrannten enthalten, erfordern nur einen geringen Raum, und auch wenn die Erdbestattung der Urnen gefordert würde, wäre der erforderliche Begräbnisraum verschwindend klein gegen die bisherigen Grabstellen. Die Kosten der Bestattung würden sich auf ein Minimum vermindern; sie erfordern bei großartigen, gut eingerichteten Krematorien kaum einige Mark für die Leichenverbrennung und erreichen noch nicht die Höhe der Zinsen des Kapitals, welches zur Beschaffung neuer Kirchhöfe erforderlich wäre.

Dieser Begründung ist von gegnerischer Seite gerade in Bezug auf die Kosten, wie sie sich bei der nicht obligatorischen, sondern bei der fakultativen Feuerbestattung stellen würden, etwa Nachstehendes entgegengehalten worden: „Eine allgemeine Einführung des Verfahrens stößt zuvörderst auf die Schwierigkeit, daß schon für gewöhnliche Zeiten eine der Sterblichkeit der Bevölkerung entsprechende Zahl von Flammöfen jederzeit in Betrieb erhalten, auch für eine Anzahl von Reserveöfen gesorgt sein müßte. Zu Zeiten von Epidemien könnte event. eine sehr starke Vermehrung der letzteren oder eine Rückkehr zum Modus des Erdgrabes nötig werden, der dann insofern Schwierigkeiten bieten müßte, als die Besitzergreifung des plötzlich notwendig werdenden Areals für Begräbnisplätze mit noch größeren Kostenopfern verknüpft sein würde als gegenwärtig, wo die weite Abgelegenheit außerhalb der Weichbilder der großen Städte die größte Erschwerung des Erdbegräbnisses bildet.“

Es ersieht sich leicht, daß diese Beanstandung nur so lange etwas Zutreffendes hat, wie gerade die höchsten Kostensätze den weitaus größeren Teil einer großstädtischen Bevölkerung der Feuerbestattung abwendig machen und neben den Gewohnheitsbedenken in die Wage fallen. Um in Bezug auf eine Herabminderung der Kosten die Zukunft der in Fluß befindlichen Bewegung richtig zu schätzen, ist es vielleicht von Nutzen, die Heidelberger Berechnungen zu erwähnen. „Nach den bisher gemachten Erfahrungen kann festgestellt werden, daß in ganz normalen Fällen eine Vorheizung von $2^1/_2$ Stunden genügt und der Verbrennungsvorgang $1^3/_4$ bis 2 Stunden in Anspruch nimmt. Der Verbrauch von Coaks steht wohl auch im Zusammenhang mit der Dauer der ganzen Operation, wechselt aber auch mit dem äußeren Luftdruck und es läßt sich deshalb auch nur feststellen, daß unter normalen Verhältnissen etwa 300 kg Coaks verbraucht werden. Der Arbeitslohn verteilt sich auf den Heizer und seinen Gehilfen mit 6,50 M. und auf den Friedhofaufseher für Aufsicht und Bucheinträge mit 5,0 M. — Aus der obigen Zusammenstellung ergiebt sich, daß die Gesamtauslagen sich auf ungefähr 15 M. belaufen, es wird demnach nicht möglich sein, jetzt mit einer Herabsetzung der Gebühr von 25 auf etwa 20 M. vorzugehen“ [38].

Was die Benutzung des Krematoriums in Gotha anlangt, so wird die Höhe der Kosten (ca. 800 Mark) so lange nicht herabgemindert werden können, als nicht die jedesmalige Anheizung infolge des stärkeren Zuganges von Leichen durch die Anheizung für eine Reihenfolge von Leichen verdrängt wird[39], und solange die Ueberführungskosten (sie ergeben sich aus der Entfernung und der absoluten Höhe der Tarifpositionen) nicht eine wesentliche Reduktion erfahren. Jedenfalls sind die Gründe wirtschaftlicher Provenienz, die für eine solche Herabsetzung, wie für die Feuerbestattung überhaupt sprechen, sehr schwerwiegend.

„Tuer le cadavre et abolir le cimetière" lautete die umfassendste Parole, mit welcher die Parteigänger des Verfahrens der Leichenverbrennung zuvörderst auftraten[40]. Auch behaupteten sie, daß nicht nur die hygienische Wissenschaft und die kräftigere Richtung der Sanitätspolizei, sondern auch Religion und Justiz einen solchen Satz als richtig anerkannt hätten[41]. Trotz des enormen litterarischen Materials, welches zum Beweise der Vorzüge des Verfahrens sich anhäufte — es sei nur auf die seitenlange Titelzusammenstellung schon bei Küchenmeister, die jährlichen Zusammenstellungen der führenden Zeitschriften verwiesen, die in das „Litteraturverzeichnis" aufzunehmen völlig unmöglich ist — trotz dieses Fleißes, trotz aller überzeugungstreuen Agitation setzen die gesetzgebenden Faktoren selbst der fakultativen Flammenbestattung in allen mitteleuropäischen Staaten eine gewisse Schwerbeweglichkeit, die Regierungen einen unverkennbaren Widerstand entgegen. Noch neuerdings resumierte man an maßgebender Stelle dahin, daß vom Standpunkt der Sanitätspolizei aus weder Gründe für, noch Bedenken gegen die Zulassung der Feuerbestattung in irgend erheblichem Maße vorwalteten. Allerdings könne bei einer guten Einrichtung des Feuerbestattungswesens, welche aber sehr kostspielig sei, jeder in der Leiche vorhandene Krankheitskeim zerstört und damit die Ausbreitung ansteckender Krankheiten verhindert werden. Aber diese Gefahr ist auch bei der Erdbestattung nur eine sehr geringe. Die Keime der wichtigsten Infektionskrankheiten in der Leiche sterben schnell ab, und nur, wenn in der Einrichtung und in dem Betriebe des Begräbnisplatzes ganz absonderliche Mängel bestehen, kann in der kurzen Zeit, während welcher die Krankheitskeime der Leiche noch lebensfähig sind, ein Schaden entstehen. Erfahrungsgemäß aber gehen, mit verschwindenden und wenig sicheren Ausnahmen, von den Begräbnisplätzen Schäden für die menschliche Gesundheit nicht aus.

Auf diesen Anschauungen fußend, hat ein Ministerialerlaß vom 13. März 1889 die Einführung auch der fakultativen Feuerbestattung für Preußen abgelehnt und eine Abänderung zur Zeit noch nicht erfahren.

Bei den Einwänden, welche seitens der deutschen Reichsregierung gegen die Feuerbestattung formuliert werden, handelt es sich um eine Reihe formaler Bedenken. Das Reich ist (es bezieht sich dieser Punkt auf Nr. 15 des Artikels 4 der Reichsverfassung), wie von leitender Stelle ausgeführt wurde[42], nicht in der Lage, irgend einen Staat oder irgend eine Kommune zu zwingen, Leichenverbrennungsstätten einzurichten. Nur unter einer Voraussetzung würde die Einrichtung von Krematorien zur Reichssache gemacht werden können, nämlich nur dann,

wenn das Reich zu der Ueberzeugung kommt, daß es im medizinalpolizeilichen Interesse notwendig sei, Leichenverbrennungsstätten zu errichten. „Also die Voraussetzung der Initiative des Deutschen Reiches auf diesem Gebiete ist die, daß es medizinalpolizeilich, seuchenpolizeilich für notwendig erachtet wird, in dieser Richtung vorzugehen. Kommt man zur Ueberzeugung von dieser Notwendigkeit, dann erreicht man den anzustrebenden Zweck nicht mit der *fakultativen* Leichenverbrennung; vielmehr muß dann die Leichenverbrennung *obligatorisch* eingeführt werden, wenigstens für die Zeit, in welcher Seuchen herrschen und in welcher diese Seuchen bekämpft werden müssen" (In Berlin war die Seuchengefahr nicht zur Motivierung der vorgebrachten Wünsche herangezogen worden, sondern, wie die Denkschrift ausführte, sollte es sich um einen *nicht konfessionellen* Friedhof handeln, und auf diesem um eine *fakultative* Feuerbestattung, nämlich um Leichen a) solcher Personen, deren Feuerbestattung seitens der Angehörigen nicht widersprochen ist, b) solcher Personen, deren Identität nicht festgestellt ist, c) um Leichen, die zwecks Todesermittelung von Amts wegen untersucht und nach den für die Leichenöffnungen gegebenen amtlichen Vorschriften unter Aufnahme eines Sektionsbefundes und Sektionsprotokolles seciert worden sind, und endlich d) um sogenannte Unglücks- und Anatomieleichen.)

Eine *obligatorische* Leichenverbrennung einzuführen, wurde seitens der Reichsregierung für unmöglich erklärt — ganz besonders unter Hinblick auf die Lage der Dinge auf dem platten Lande. —

Ohne Zweifel existieren als Kern des bedeutungsvollen Widerstandes noch andere Bedenken als die rein formalen[43]. Vielleicht hier und da Rückblicke auf die verunglückten *Créteur*'schen Massenverbrennungen bei Sedan, an deren Mißerfolg aber doch zunächst die äußerst mangelhafte Technik schuld war. Vielleicht die Wucht nicht erörterter Rücksichten. Das religiöse Bedürfnis scheint zugestandenermaßen bei einem großen Teil der Menschheit durch das Erdbegräbnis mehr befriedigt zu werden. Die Justiz hat ihr altes Recht auf die posthume Leichenuntersuchung niemals fallen lassen, und nur von wenigen Seiten hat man zugestimmt, wenn die Propagandisten der Feuerbestattung die Vornahme der Autopsie vor *jeder* Verbrennung als unerläßlich, dadurch aber jeden Einspruch der Kriminalrechtspflege als erledigt bezeichneten. Allein den wesentlichsten Anteil am Zustandekommen der Thatsache, daß man an maßgebenden Stellen die unentbehrliche Ueberzeugung von der medizinal- und seuchenpolizeilichen Notwendigkeit nicht geschöpft hat, nicht hat schöpfen mögen, hat doch die mit vieler Mühe, aber ad hoc (d. h. vielleicht ohne die notwendige Unbefangenheit) durchgearbeitete Erkenntnis gehabt, daß die sanitären Gefahren und die Gesundheitsschädlichkeiten gut gehaltener Begräbnisplätze für das öffentliche Wohl als nahezu wegfallend bezeichnet werden können.

1) **Jacob Grimm**, *Kleinere Schriften* 1865, 2. *Bd.*
2) **E. Kopp**, *Leichenbeerdigung und Leichenverbrennung*, *V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* (1875) 1—23.
3) **Fr. Küchenmeister**, *Die Feuerbestattung ist bei der Unmöglichkeit der Mumifizierung der Leichen unter allen zur Zeit noch ausführbaren Bestattungsarten die beste Sanitätspolizei des Bodens und der sicherste Cordon gegen Epidemien*, *Zeitschr. f. Epidemiol.* 2. *Bd.* 1—57 *und* 113—240 (*auch* 1875 *als Sep.-Abdr.*).
4) **C. Reclam**, *Die Feuerbestattungsfrage*, *Gesundheit* 11. *Bd.* 268.
5) **Kinkel**, *Für die Feuerbestattung*, *Vortrag*, *Berlin* (1877).

6) **Leop. Adler**, *Die Leichenverbrennung, mit besonderer Rücksicht auf die österr. Gesetzgebung, Wien* (1874).
7) **Wegmann-Ercolani**, *Ueber Leichenverbrennung als rationellste Bestattungsart, eine Abhandlung dem gesunden Menschenverstande gewidmet, Zürich*, 1874, *C. Schmidt.*
8) **Fr. Küchenmeister**, *Die Bestattungsarten etc.* (*wie in der Litteratur zu Einl. bereits citiert*).
9) **Dönitz**, *Leichenverbrennung in Japan, Mittlg. d. D. Ges. f. Natur- u. Völkerk. Ostasiens* (1876) 10. *Hft.*
10) **Beukema**, *Leichenverbrennung in Japan, V. f. öff. Ges.* 13. *Bd.* (1881) 592.
11) **Ebertz**, *Leichenverbrennung in Japan, VJS. f. gerichtl. Med. etc.* 40. *Bd.* 414.
12) **H. Eulenberg**, *Handbuch des öff. Ges.-Wesens* 2. *Bd.* 348.
13) **Amato Amati**, *Sulla cremazione de' cadaveri, Milano* 1873.
14) **Pini**, *La crémation en Italie et à l'étranger de* 1774 *jusqu'à nos jours, Milano* 1885.
15) **Fr. Siemens**, *Ueber die Vorteile der Anwendung hocherhitzter Luft, Vortr. auf d. Hyg.-Ausst.* 1883.
16) **A. Heintz**, *Der Feuerbestattungsofen von Siemens in Gotha und Gorini in London, Wochenschr. d. Ver. D. Ing.* 1885 6—11.
17) **Fr. Siemens**, *Ueber die Vorteile der Anwendung hocherhitzter Luft für die Verbrennung im Allgemeinen sowie im Besonderen in Bezug auf die Verbrennung von Leichen und die Zerstörung organischer Ueberreste, Leipzig, II. Aufl.* (1887).
18) *Reglement des Züricher Feuerbestattungsvereins für die Feuerbestattung im Krematorium auf dem Centralfriedhofe der Stadt Zürich, genehmigt vom Regier.-Rat am* 25 *Juli* 1889.
19) *Bei* **E. Kopp**, *Leichenbeerdigung und Leichenverbrennung, V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* 19.
20) *Zeitschrift „Die Flamme", Berlin* (1892) 79.
21) *Das Hamburger Krematorium, Ref. in Hyg. Rundschau* 2. *Bd.* 815.
22) *Zeitschrift „Die Flamme", Berlin* (1892) 80.
23) **K. Francke**, *Begräbnis oder Feuerbestattung, Rede geh. am* 19. *Oktober* 1891, *München, Wilhelm*, 1892.
24) **Fr. Goppelsroeder**, *Ueber Feuerbestattung, Mülhausen im Elsafs, Wenz u. Peters*, 1890.
25) **Ph. Herzberg**, *Ueber Feuerbestattung, Wochenbl. f. Gsdh.-Pfl. u Rettungswesen* 1. *Bd.* 143.
26) *Fortschritte der Leichenverbrennungsfrage, Referat Cbl. f. allg. Gsdh.-Pfl.* 5. *Bd.* 240.
27) *Zur Leichenverbrennung, Gesundheit* 10. *Bd.* 216, 232.
28) **G. Pini**, *La cremazione de' cadaveri, Gazetta di Milano* 1872, 26. *und* 27. *September und* 29. *Dezember, sowie* 1873, 17. *und* 23. *Nov.* — **O. Grandesso-Silvestri**, *Dell' incinerazione de' cadaveri, Gazetta medica italiana, Venezia* 1873. — **Polli**, *L'incinération des cadavres, Note lue à l'institut Lombard* (1873). — **L. Brunetti**, *Cremazione de' cadaveri, Padova* 1873. — **G. Pini**, *Progressi della cremazione nell' Italia, Giorn. d. soc. ital. d'igiene* 7. *Bd.* 73. — **Pini**, *La crémation en Italie, Mailand* 1885. — **Besi**, *Inumazione e cremazione dei cadaveri, Padova* 1887. — **Th. Weyl**, *Geschichte und staatliche Regelung der Feuerbestattung in Italien, C. f. allg. Ges.* 4. *Bd.* 341.
29) **E. J. Birmingham**, *A plea for cremation New York* (1882). — **H. Erichsen**, *The cremation of the dead, Detroit* 1887. — **Bonnel**, *Cremation scientifically and religiously considered, Philadelphia* 1885.
30) **Schuchardt**, *Die Feuerbestattung in Gotha, Thür. Korr.-Bl.* 8. *Bd.* 113.
31) **Baker**, *Laws relating to burial, London* 1874. — **Spencer Wells**, *Remarks on cremation or burial, Brit. med. Journ.* (1880) *Septbr.* — **S. Haden**, *Cremation or inhumation, Lancet* 1885, 1. *Bd.* 914. — *Transactions of the cremation society of England pro* 1885.
32) **De Pietra Santa**, *La crémation en France et à l'étranger, Ann. d'hyg. publ.* (1874) *Juillet.* — **Marmier**, *Utilité de la crémation des cadavres, Thèse* (1876) *Paris.* — **Ladreit de Lacharrière**, *De la crémation des morts, Ann. d'hyg. publ* (1879) *No.* 6—7. — **Prosper de Pietra Santa** *et* **Max de Nansouty**, *La crémation, sa raison d'être, son historique, les appareils etc., Journal de génie civil, Paris* 1881. — *Communication de la Société pour la propagation de la crémation, consultation de MM. Emile Durier et Maxime Napias, avocats à la Cour d'appel de Paris, Paris* 1881. — **A. Lacassagne** *et* **P. Dubuisson**, *crémation, Dict. encycl. d. sc. méd.* 23 *Bd.* 5. — **Brouardel**, *L'introduction de la crémation, Ann. d'hyg.* 11. *Bd.* 411. — **F. Martin**, *Les cimetières et la crémation, étude historique et critique, Paris* 1881. — **Bonneau**, *La crémation et ses bienfaits, Paris* 1887. — **G. Salomon**, *La crémation en France*, 1789—1889, *Paris* (1890). — *Leichenverbrennungen in Frankreich, Belgien etc., V. f. öff. Ges.* 15. *Bd.* (1883) 383.
33) **G. Moynier**, *De la crémation, Note lue à la Société d'utilité publique le* 16. *mars* 1883, *Genève* 1883, *Charles Schuckardt.* — **Dunant**, *Aperçu sur l'état actuel de la crémation, lu à la Société d'hygiène de Genève le* 23, *nov.* 1887, *Genève* 1887, *Taponnier et Studer.*
34) *Zeitschrift „Die Flamme", Berlin* (1892) *Nr.* 79.

35) **Wernich** *und* **Wehmer**, *Sechster Gesamtbericht über das Sanitäts- und Medizinalwesen in der Stadt Berlin* (1893).
36) **Th. Weyl**, *Neuere Apparate zur Leichenverbrennung*, *Ges.-Ing.* 30. *Juni* 1892 *Nr.* 12.
37) *Denkschrift betreffend die Einführung der Feuerbestattung auf dem Friedhof der Stadtgemeinde Berlin*, *verfafst von der Magistratskommission für das Bestattungswesen in Berlin* (1892).
38) *Zeitschrift „Die Flamme"*, *Berlin* (1892) *Nr.* 80.
39) **Vix**, *Reform des Bestattungswesens und fakultative Feuerbestattung*, *Betrachtungen aus Anlafs des Gothaer Kongresses* (*am* 27. *September* 1886), *Münch. med. Woch.* 33. *Bd.* 725.
40) **A. Wernher**, *Die Bestattung der Toten in Bezug auf Hygiene*, *Giefsen* (1880).
41) **E. Wifs**, *Ueber Leichenverbrennung vom Standpunkt der öff. Gsdh.-Pfl.*, *VJS. f. ger. Med. etc.* 30. *Bd.* 369, 31. *Bd.* 141.
42) *Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes Berlin* (1893) *S.* 188.
43) **Kerschensteiner**, *Gutachten über die Einführung der fakultativen Leichenverbrennung im Auftr. d. Münchener Ges.-R. erst.*, *ebenda* 3. *Bd.* 14, 59, 71, 80.
44) *Die Abbildungen sind teils den unter* 24 *resp.* 36 *angegebenen Litteraturquellen, teils dem „Phönix", Organ des Verbandes und der Vereine D. Spr. für Reform des Bestattungswesens und fakult. Feuerbestattung entlehnt.*

VIERTER ABSCHNITT.

Die Bestattung im Erdboden.

Das einzelne Erdgrab. — Begräbnisplätze (Friedhöfe) und ihre Einrichtung. — Gemauerte Grüfte, Leichengewölbe. — Leichengalerien.

Wie die bereits an einer früheren Stelle erwähnten anderweitigen Bestattungsplätze und Gedächtnisorte sind auch die Erdgräber von jeher allen Völkern, welche die Beisetzung in ihnen bewirkten, Stätten besonderer Verehrung gewesen. Sitte, Religion und Recht haben zusammengewirkt, um die Erdgräber mit einer dem Einzelnen unverletzlichen Ordnung zu umgeben. Zunächst haben, so führt Lorenz von Stein aus, „die Völker dieselben nicht bloß rechtlich (res religiosa), sondern örtlich außerhalb des Verkehrs gesetzt; und zweitens hat ein tiefliegendes Gefühl in den Gräbern die Gemeinschaft unter den Toten wieder hergestellt, welche dem Lebendigen durch den Kampf ums Dasein beständig genommen wird. So wie daher die Dichtigkeit der Bevölkerungen zunimmt, entsteht — wohl in der ganzen Welt — das, wodurch auch das Grab neben dem Begräbnis unter das öffentliche Recht fällt, der Friedhof und sein Rechtsbegriff“[1].

Die erste allgemeine Ordnung für alle Friedhöfe ist eine kirchliche; dann tritt das privatrechtliche Element des einzelnen Grabes mit seinem Eigentumsrecht hinzu; dann macht sich, als letztes Moment, das sanitäre Element und zwar in doppelter Weise geltend. Einmal soll aus der Gesundheitslehre heraus der rein sanitätspolizeiliche Standpunkt aufgebaut werden, welcher vornehmlich die Entfernung des Friedhofs (der Gräber) bestimmt von jedem Platz, von dem aus die Leiche die Gesundheit der Lebendigen gefährden könnte. Zum zweiten handelt es sich um die Einteilung, Benutzung und Wiederbenutzung des Beerdigungsplatzes: um die Aufrechterhaltung des administrativen Standpunktes. Aus beiden Momenten bildet sich in der Hand der Gesetzgebung die Friedhofsordnung als selbständiger Teil des Gesundheitswesens.

Das rein sociale Element in der Friedhofsordnung ist die Bestattung der Armen. Sache des privaten Uebereinkommens bleibt die Ausschmückung der einzelnen Gräber; die des ganzen Platzes, die Instandhaltung der Zugänge und der Kirchhofspfade, die Gangbarkeit der für das Pflanzenleben erforderlichen Bewässerungen ist Sache der Gemeinde.

So führt die örtliche Vollziehung der betreffenden Gesetze notwendig auf die Selbstverwaltung, die in der That das Prinzip der Begräbnisplatz-Anordnungen der europäischen Staaten ist.

Im alten Rom führten die Aedilen die Oberaufsicht über die Innehaltung des Verbotes übermäßigen Aufwandes beim Begraben und über die Fernhaltung der Begräbnisstätten aus dem Stadtinnern. Eine gleiche Fernhaltung galt als öffentliche Rechtsnorm während des ganzen Mittelalters; eines der ältesten Verbote in diesem Sinne hat Nürnberg wiederholt — also wohl ohne bleibende Wirkung — erlassen. Aus ausgesprochenen sanitätspolizeilichen Motiven entspann sich um das Stadtbegräbnis ein lebhafter Litteraturstreit seit den 20er Jahren des 18. Jahrhunderts, mit welchem eine Reihe deutscher Verordnungen gegen das Stadtbegräbnis gleichauf ging. Zum Grundsatz erhob dieses Verbot jedoch erst die Zeit der Choleragefahr, und 1832 wurde selbst in England die lokale Selbstverwaltung unter dem Druck der Seuchenbedrohung, als nicht den zu erhebenden sanitätspolizeilichen Erfordernissen genügend, ernstlich angegriffen. Die Public Health Act bestimmte die Unterordnung des Begräbniswesens unter die Board of health; sie gab gleichzeitig das Recht zur Vornahme von Enteignungen zu Gunsten der Anlegung neuer Begräbnisplätze. Nach kurzem Zwischenraum folgte diesen einschneidenden Akten die Herstellung einer Oberaufsicht aus dem Gesichtspunkt der Nuisances Act und eine neue Kirchhofsordnung für London; später die allgemeine Friedhofsordnung für das ganze Land (Registrierung der Begräbnisse; Bestimmung des Anlegens und der Auflösung von Begräbnisplätzen durch Ordre in Council). — Eine erste allgemeine Friedhofsordnung für Frankreich — mit speziellem Verbot der Begräbnisse innerhalb der Kirchen und inmitten der Städte — erging 1755; eine Verweisung des ganzen Zusammenhanges der Fragen an eine Kommission 1763; die grundlegende Ordnung am 10. März 1770. Sie liegt dem bezüglichen Hauptgesetz vom 2. Juni 1804 zu Grunde, dessen Erweiterung und neue Fassung erst durch die Ordonnance vom 6. Dezember 1843 bewirkt wurde (Festsetzung der Entfernungen der Kirchhofsanlagen von bewohnten Plätzen; Verbot der Einrichtung von Wohnhäusern und von Brunnen in der Nähe bereits bestehender Friedhöfe; Verpflichten der Gemeinden zu Neuanlagen solcher; Bestätigungsrecht der vorgeordneten Behörden in Bezug auf Denkmäler und Inschriften). Für Preußen wie für Oesterreich sind die Gegenstände der Friedhofsordnungen durchaus die ähnlichen; nur tritt eine große Mannigfaltigkeit durch die mehr örtliche Natur der Bestimmungen und nicht selten eine unliebsame Verwickelung infolge konfessioneller Vorurteile in die Erscheinung. In Preußen stammt das Verbot der Bestattung innerhalb der Kirchen vom 21. November 1801, in Oesterreich vom 30. Januar 1751; die ersten allgemeinen Friedhofsordnungen aus den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts [2].

Die Eigenschaft der Kirchen, zahlreichen Lebenden als Versammlungsort, wenn auch nur zum zeitweisen Aufenthalt zu dienen, die sie so überaus ungeeignet macht zur Aufnahme von Leichen, welche, in Krypten und Kellergrüften, oder gar in die Grundmauern der Kirchengebäude eingemauert, der Verwesung entgegengehen sollen, fällt bei anderweitigen Gruftanlagen fort. Selbst im Bauplan sonst sehr unhygienisch angelegter Schlösser und Paläste sind die Leichengewölbe und Familienbeisetzungsstätten doch derart isolirt, dass eine Kommunikation ihrer Luft mit der anderweitiger, etwa zum Wohnen und

zum Aufenthalt für Lebende dienender Räume nur ausnahmsweise vorgekommen ist. Dennoch bildet diese Art gemeinsamer Beisetzungsstätten immer einen hygienisch bedenklichen Gegenstand.

Aber selbst die Gewölbe, Grüfte und Leichengalerien, wie sie in großen Parks, auf landschaftlich und dem Terrain nach geeigneten Punkten großer Güter und auf wohlbewirtschafteten Friedhöfen errichtet werden, scheinen gewisser Vorsichtsmaßnahmen zu bedürfen.

„In den Schriften, in welchen die Gefahren der Friedhofsanlagen besonders betont werden, nehmen jene Fälle die erste Stelle ein, wo Personen beim Betreten von Grüften eines raschen Todes gestorben sind[3]. Diese Fälle werden als besonders beweisend dargestellt, wie ausnehmend gefährlich und giftig die „Leichengase" sind. An der Thatsache dieser Unglücksfälle ist nicht zu zweifeln; aber bemerkenswert bleibt es, daß dieselben fast ohne Ausnahme aus einer längst vergangenen Zeit stammen, und daß auch gegenwärtig noch die wenigen bekannten Fälle, welche sich bis in die Zeit vor 140 und 150 Jahren ereigneten, mit einem Eifer und einer Konsequenz von den Autoren aufgesucht und nachgeschrieben werden, die deutlich lehrt, wie ausnehmend selten solche Fälle wirklich vorkommen. Der Totengräber Piston, der in die Gruft steigt, um eine Leiche zu berauben und tot niederfällt, als er im Begriff steht, die ganz neuen Schuhe des jugendlichen Toten auszuziehen, kehrt in den meisten Berichten wieder."

Die mit Ausmauerung versehenen Gruftgräber kommen noch überall vor. Anhäufungen von Kohlensäure erscheinen bei allen vorgeschlagenen Konstruktionen bei ihnen fast unvermeidlich. Man kann oberirdische und unterirdische Gewölbe unterscheiden; für beide sollten hermetische Särge und ausreichende Ventilationsöffnungen — besser als Schlote sind die gegenüberliegenden Luftlöcher für die oberirdischen — obligatorisch sein. Als Erbbegräbnisse bezeichnet man besonders abgeschiedene Plätze auf den allgemeinen Friedhöfen. Ihr Erwerb ist fast allgemein zulässig. Ueber das Recht an erblichen Familienbegräbnissen bestimmt das Allgemeine Landrecht: § 185 des Tit. 11 Teil II. Vom Vorhandensein spezieller Gründe hängt das Versagen fernerer Beisetzungen in den Erbbegräbnissen der geschlossenen Kirchhöfe ab (Kabinets-Ordre vom 17. Oktober 1822).

Auf die hygienische Seite der Gruftbeisetzung geht das von der Wissenschaftlichen Deputation erstattete Gutachten mehrfach ein:

„Die Anlage von Grabgrüften und Grabgewölben darf, sofern dieselbe nach der Lokalbegräbnisordnung gestattet ist, nur unter der Bedingung erfolgen, daß dieselben gut ausgemauert und dicht verschlossen sind.

In der Regel sollen derartige Grüfte und Gewölbe nur in Erbbegräbnissen angelegt werden.

In Kirchen, Kapellen, Synagogen, welche dem öffentlichen Kultus dienen, ist die Anlage von Grabgrüften und Grabgewölben nicht gestattet.

Die Zahl der in Grüften und Gewölben beizusetzenden Leichen richtet sich nach der Zahl der für die Anlage erworbenen Grabstellen. Die Wiederbenutzung derselben ist, wie bei anderen Gräbern, nicht vor Ablauf der allgemeinen Beerdigungsfrist gestattet.

Werden dicht schließende Metallsärge zur Beisetzung benutzt, so kann eine erweiterte Benutzung der Grüfte und Gewölbe insofern ge-

stattet werden, daß die Särge bis zur Ausfüllung der Grundfläche nebeneinander gestellt werden.

Das Uebereinanderstellen der Särge ist nicht gestattet.

Bedenklich ist die Aufbewahrung von Leichen in Grüften oder Hallen, wenn Fäulnisgestank oder irrespirable Fäulnisgase in starker Konzentration in die unmittelbare Nähe von Menschen gelangen, oder Leichenzersetzungsprodukte anderer schädlicher Art durch Insekten oder sonstwie zu Menschen oder auf Nahrungsmittel verschleppt werden" [5].

Und in der auf Grund hiervon erlassenen ministeriellen Bestimmung heißt es:

Grüfte sind thunlichst zu vermeiden. Die Einrichtung und der Betrieb derselben, wie auch von Leichenhallen, ist derart zu regeln, daß aus ihnen Fäulnisgestank sich nicht verbreiten und Keime von Infektionskrankheiten nicht verschleppt werden können. Der Eintritt in Grüfte, wie auch in geöffnete Gräber, ist nur zulässig, nachdem festgestellt worden ist, daß in derselben eine Anhäufung von Kohlensäure in gefährlichem Grade zur Zeit nicht besteht.

Auf die in Arkaden- und Galerieform angeordneten Sammelgrabstätten, sofern sie sanitär anstößig sind oder besonderen hygienischen Gesichtspunkten unterliegen, ist neulich Belval in einer ausführlichen Besprechung der belgischen Begräbnisanlagen eingegangen [6]. Obgleich man über die Beisetzung der Leiche in Zellen, wo die Verwesung nicht durch das Aufsaugen der Leichenflüssigkeiten durch die Erde und die sonstigen beim Erdgrabe noch zu erwähnenden Förderungen unterstützt wird, keineswegs günstige Ansichten dort hegt, ist die Beisetzung in caveaux und Galerien in Belgien mehr und mehr in Gewohnheit gekommen — in erster Reihe aus Veranlassung von Platzmangel. Belval hat der Isolierungstechnik, mittelst deren man die Nischen und Zellen für die einzelnen Leichen hermetisch abschließen kann (in Spanien, Portugal und Italien sind die zahlreichsten Muster für dieses Verfahren zu studieren), und nicht minder den dabei zu beobachtenden Ventilationsaufgaben, ein besonderes Studium gewidmet und gelangt zu den Schlüssen:

„Die unterirdischen Massengrüfte (caveaux funéraires) müssen in gesonderten Zellen disponiert sein derart, daß jede der letzteren hermetisch und definitiv nach Aufnahme des für sie bestimmten Leichnams geschlossen werde";

„Begräbnisgalerien, die gut konstruiert sind, bieten vom Standpunkt der Gesundheitspflege nichts Anstößiges."

Nur streifen läßt sich an dieser Stelle die Frage, wie weit die Gewölbe, Galerien und Grüfte die Ausübung von Unfug und Beraubung begünstigen. Diebstähle an Leichen, Wegnahme von Leichenteilen infolge des noch so trostlos tief und weit verbreiteten Leichenaberglaubens, werden trotz strengster Strafen in Gewölben mit großer Häufigkeit verübt. Allein sie fehlen auch nicht den Gräberleichen gegenüber, worüber Näheres im Abschnitt „Exhumation".

Durch die Bestattung der Leichen im Erdgrabe soll erreicht werden, daß die Gewebe möglichst schnell der Auflösung anheimfallen, ohne daß dieser Vorgang eine Benachteiligung und Belästigung der Lebenden nach sich ziehe [7].

Das Einzelgrab als solches.

In denjenigen älteren Schriften, welche die Gefahren der Begräbnisplätze besonders drastisch schildern, nehmen (wie erwähnt) solche Fälle die größte Beweiskraft für sich in Anspruch, in denen Personen beim Betreten von Leichen*grüften* eines raschen Todes gestorben sind. Diese Fälle wurden als besonders beweisend für die Gefährlichkeit der sog. *Leichengase* angesehen. So lückenhaft und der Hauptfrage ausweichend die betreffenden Angaben sich darstellen, so geht doch mit einiger Sicherheit aus ihnen hervor, daß das schädigende Moment in den Grüften *nicht* ein Gift im eigentlichen Sinne war, sondern daß es sich auch hier nur um irrespirable Luft, und in erster Reihe um *Kohlensäure*-Anhäufungen handelte. Denn die Personen, welche in derartige Leichengrüfte hinabstiegen, empfanden zunächst nichts Besonderes, bevor sie in eine gewisse Tiefe hinabgelangten, in welcher sie dann unter rasch zunehmenden Atembeschwerden bewußtlos wurden. Auch der weitere Ablauf derartigen Unfälle, das Ersticken bei längerem Verweilen in der Gruft, das Wiederzusichkommen in frischer Luft ohne weitere nachhaltige Erscheinungen, bietet kein anderes Krankheitsbild als das der Erstickung durch angehäufte Kohlensäure. Die Gefahren der Kohlensäureansammlung teilten aber die Gräber mit einer Reihe von schachtartigen Anlagen, in welchen keine Leichen begraben werden, mit Kellern, Brunnenschächten, selbst sehr engen, ventilationslosen, feuchten Höfen und Lichtschächten. Es hätte also das verderbliche Moment der Kohlensäureanhäufung zunächst stets *getrennt* betrachtet werden müssen von den Vorgängen, welche sich in Erdgräbern als solchen vollziehen [8].

Durch die Lebensthätigkeit der bereits im Inneren des Körpers vorfindlichen Mikroben tritt unmittelbar nach dem Tode eine Zersetzung der Körperbestandteile in Form der *Fäulnis* ein, bei welcher durch die in Menge frei werdenden Gase, durch die immer weiter greifende Verflüssigung der Gewebe bedeutende Uebelstände für die Umgebungen, große Verunreinigungen der Luft, des Wassers und des Bodens auftreten müssen. Dagegen ist die *Verwesung* ein reiner Oxydationsprozeß, eine langsame Verbrennung in der Luft bei gewöhnlicher Temperatur [9] und bei Gegenwart von Wasser. Durch die Bestattung innerhalb des Bodens wird die Verwesung auf Kosten der Fäulnis insofern begünstigt, als die in einer gewissen Bodentiefe herrschende gleichmäßigere Temperatur, die niemals so hohe Grade erreichen kann wie die der Oberfläche, den Zersetzungsprozeß retardiert und auf eine größere Zeitlänge verteilt.

Mit Bezug auf die Mikrobenthätigkeit und die Anwesenheit verschiedener Pilze und Algen führt ein der „Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen" erstattetes Gutachten aus: „Es sind die Schimmelpilze als Krankheitserzeuger fast ausschließlich auf die äußere Oberfläche des menschlichen Körpers beschränkt und kommen in dessen Innerem nur in wenigen Arten vor. Aber auch diese gelangen zu keiner großen Verbreitung, weil ihnen hierzu die Zufuhr von Sauerstoff fehlt, sodaß die ganze Klasse dieser Pilze für unsere Frage von keiner wesentlichen Bedeutung ist.

Anders liegen die Verhältnisse mit den Spaltpilzen, und ist bei diesen die Gefahr des Eindringens sowohl von Fäulnis-, als auch von Infektionsbakterien in unseren Körper nicht ausgeschlossen.

Die Entwickelung der Fäulnisbakterien nimmt jedoch, so stark sie auch bald nach dem Tode ist, mit der Zeit rasch ab; angestellte Untersuchungen ergaben, daß ein Jahr nach der Beerdigung weder neben noch unter den Särgen sich größere Mengen von Pilzen fanden, als bei gleicher Bodenbeschaffenheit an entfernteren Stellen.

Bezüglich der Gefahr durch Infektionsbakterien ergaben Untersuchungen, daß ein Jahr nach dem Tode des Wirtes solche Bakterien überhaupt sich nicht mehr im Boden fanden — die Möglickeit einer längeren Lebensfähigkeit der Sporen einzelner Arten dieser Bakterien ist jedoch hierdurch nicht ausgeschlossen.

Im ganzen darf jedoch aus den angestellten Untersuchungen geschlossen werden, daß die Gefahr einer Infektion durch Bakterien nur in dem ersten Jahre nach der Beerdigung und hier nur bei einem hohen Stande des Grundwassers besteht.“ (Vgl. jedoch die oben, Seite 38, wiedergegebenen Petri'schen Experimente.)

„Unter den festen Verbindungen kommen in erster Linie die Ptomaine und neben diesen eine Reihe pepton-eiweißartiger Körper, sowie fette Säuren in Betracht. Zur Bildung dieser Verbindungen ist es notwendig, daß der Zutritt von Sauerstoff zu den Leichen ein geringer ist oder ganz fehlt: derart, daß sich Leichenalkaloide bei reichlichem Zutritt von Luft entweder niemals bilden oder, wenn gebildet, sofort wieder zerfallen, um in unschädlichen Verbindungen zu enden.

Eine schädigende Wirkung äußern diese Verbindungen jedoch immer, wenn eine vollständige Zersetzung derselben nicht stattfindet, der Boden mit Spaltungsprodukten imprägniert wird und hierdurch nach dem Zerfall der Leichen noch lange Zeit mit organischen Stoffen überladen bleibt“ [5].

Die bei sämtlichen Arten der hier in Frage kommenden Zersetzungen sich entwickelnden Gase (Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, verschiedene Kohlenwasserstoffe, Schwefelammonium, flüchtige aromatische Verbindungen) können in die Luft aufsteigen, wo sie sehr rasch einer bis zur Unnachweisbarkeit und vor allem bis zur Unschädlichkeit gehenden Verdünnung unterliegen, oder sich horizontal im Boden verbreiten und aus engen Oeffnungen konzentriert in geschlossene Räume treten.

Durch die horizontale Verbreitung, welche eintreten wird, wenn der Boden nach oben durch Feuchtigkeit abgeschlosen ist, können die Gase in Keller benachbarter Häuser eindringen und durch den aufsteigenden Luftstrom den Wohnräumen zugeführt werden — durch Aufsteigen in der Luft atmen wir dieselben ein: nach keiner dieser Richtungen ist die Gefahr jedoch groß — einmal, weil ein Teil der Gase von dem Boden zurückgehalten wird, dann weil die Grabluft (ebenso wie dies in Bezug auf die Stickluft der Grüfte bereits ausgeführt wurde) überwiegend Kohlensäure als schädliches Gas enthält — und nur Spuren sonstiger toxischer Gase.

Was die Krankheitsstatistik betrifft, so wird die Theorie, daß Fäulnisgase die Disposition für Infektionskrankheiten erhöhen, durch die in Kirchhofsnachbarschaften gemachten Erfahrungen kaum gestützt. Wenigstens wird von dem Sächsischen Landesmedizinalkollegium in seinem Berichte über das Medizinalwesen pro 1879 ausdrücklich gesagt, daß Anwohner von Kirchhöfen, Totengräber u. dergl. nicht häufiger erkranken als Entferntwohnende; und wenn Riecke berichtet, daß in Paris durch den Kirchhof „des Innocents“ die Keller der benachbarten

„Rue de la lingerie“ mit Gasen sich füllten und diese Gase zur Ursache von Erkrankungen würden, so handelte es sich in diesem Falle nicht um Beerdigungen in Einzelgräbern, sondern um eine sechs Fuß tiefe Grube, welche zur Aufnahme von 1500 Leichen bestimmt war [10].

Bei Vergleichung der Zersetzungserscheinungen der Leichen je nach den verschiedenen Medien entspricht — bei annähernd gleicher Durchschnittstemperatur — bezüglich des Grades der Zersetzung eine Woche Aufenthalt der Leiche in freier Luft zweien Wochen Aufenthalt in Wasser und acht Wochen Lagerung in der Erde (bei gewöhnlicher Bestattungsweise). Denn auch der Abschluß, welchen der Sarg um den Leichnam bildet, führt eine Modifikation der Zersetzung herbei, weil unter dem Einfluß der Aufspeicherung der durch die Fäulnisorganismen selbst gebildeten Stoffe, die z. T. auf die produzierenden Mikroorganismen als Gifte zurückwirken, die Zersetzung nur allmählich und gleichmäßig vor sich geht. In einem lockeren trocknen Boden fällt dann noch der Lebensthätigkeit gewisser tierischer Organismen eine Mitwirkung zu, welche ebenfalls als fäulnisbeschränkend gedacht werden muß (Gräberfauna). Einige Fliegenarten finden sich im Larvenzustande (Maden, Puppen) in unzählbarer Menge vor, die Puppenhüllen können die Leichen- und Sargreste oft in ganzen dicken Schichten bedecken, wie schon Orfila feststellte, der jedoch eine Klassifikation der von ihm gefundenen Würmer, Maden, Fliegen und Chrysaliden nicht unternahm. Reinhardt unterschied die Maden und Puppen der Phoraarten, demnächst die Larvenzustände verschiedener Musciden und konstatierte auch bereits das Vorkommen von Homatomyia scalaris F. — Hinsichtlich des Modus, mittelst dessen die Insekten zu den Leichen gelangen, gewinnt jetzt die früher zurückgewiesene Ansicht mehr Boden, daß gewisse Arten sich den Weg durch die Erdbedeckung und das Holz der Särge bahnen können, während früher das Belegen der Leichen vor der Bestattung als der bei weitem gangbarere Weg angesehen wurde. Die Wespengattung Sirex soll selbst imstande sein, Bleiplatten zu durchbohren. — Neben den Fliegen und Wespen finden aber noch eine Reihe unterirdisch lebender Insekten ihren Pfad zu den Leichen, oder (für die Käfer und Tausendfüßler richtiger ausgedrückt) zu den bereits im Verfall vorgeschrittenen Leichenresten. Trichonix sulcicollis Rchb., Rhizophagus parallelocollis Gyll., vielleicht auch noch andere Abarten der Scydmaniden- und Nitidularien-Gruppe und unter den Tausendfüßlern Iulus (terrestris oder scabulosus) sind nachgewiesene Mitglieder der Gräberfauna [11]. — In den faulenden Weichteilen aufgegrabener Leichen ist auch ein kleiner Nematode, Pelodera strongyloïdes, massenhaft gefunden worden. Vorkommen und Lebensweise aller genannten Wesen, besonders auch ihr Verhalten dem Zutritt der Luft und des Wassers gegenüber, bedürfen noch weiterer Erforschung.

In ähnlichem Grade sind noch nicht völlig bekannt die Faktoren der Mumifikation. Dieselbe stellt eine mehr oder minder vollkommene Austrocknung des Leichnams dar, indem seine trockene, pergamentartig harte Haut den Knochen fest anliegt. Die inneren zum Teil geschwundenen Organe sind trocken und schwarzbraun [12], den Prozeß begleitet ein Geruch wie der des alten Käses [13].

Bei Ueberschuß von Wasser, und zwar sowohl wenn die Leichen in letzterem liegen, als bei besonders stark durchfeuchtetem Boden [14] tritt die Zersetzung nicht selten in Form der Verseifung, der Bildung von Fettwachs

oder Leichenwachs (Adipocire) ein, wobei sich einzelne Organe, in erster Reihe die Muskeln[14], in eine weiche, weiße, homogene Masse verwandeln (Ammoniakverbindungen der Stearin-Palmitin-Oleïnsäure)[15].

Vergleichende Versuche über den Einfluß, welchen die verschiedenen Medien auf die Zersetzungserscheinungen und deren Verlangsamung ausüben, haben (wie vorhin erwähnt) dazu geführt, für Luft, Wasser und Erde ein Zeitverhältnis von 1 : 2 : 8 anzunehmen. Jedoch bewirken beim Erdgrabe die Bodenarten in ihrer Zusammensetzung oft ganz erhebliche Verzögerungen. Am schnellsten würde die Verwesung verlaufen, wenn die Leichen (in loser Umhüllung mit Baumwollenstoff) statt von einem Sarge mit einer Lage Kalk umgeben, und in kalkreichen Bodenarten (Löß, Gipsmergel, Thonmergel, Mergelthon, allenfalls auch noch Lehmmergel) beigesetzt würden.

Was die Unterscheidung der Erdarten anlangt, so müssen die sand- und thonreichen, die lehmigen und kalkartigen Bodenarten und die Humussubstanzen auseinandergehalten werden. Der Sand besteht nicht lediglich aus Quarzkörnern, sondern enthält überwiegend häufig Beimischungen von Lehm, Thon, Mergel, Eisenocker, Humus und Torfpulver. Der Sandboden hält die in ihm durch die Sonnenbestrahlung erzeugte Wärme lange zurück und um so länger, von je dunklerer Farbe er ist; er taut auch in der kälteren Jahreszeit schneller auf als Thonboden; die Feuchtigkeit hält er in dem Falle am längsten fest, wenn er einen thon- oder mergelreichen Untergrund hat.

Nach Fleck's Untersuchungen stellen sich, wenn man die Durchlässigkeit des lehmfreien, lufttrockenen Kieses auf 100 annimmt, die übrigen Bodenarten, wie folgt:

mit Feuchtigkeit gesättigter Sand auf	18,13
mit Feuchtigkeit gesättigter, lehmfreier Kies auf	22,20
lufttrockener Sand auf	27,47
lufttrockener, aber lehmhaltiger Kies auf	34,50
völlig trockener Sand auf	35,16.

Selbstverständlich kommen die Mischungen der Bodenarten resp. die vorwaltende Bodenart bei der praktischen Anwendung dieser Verhältniszahlen um so mehr in Betracht, als auch die Trockenheitsverhältnisse der einzelnen Bestandteile sehr verschieden sein können. So hemmt ein an Thon reicher Lehmboden den Zutritt der Feuchtigkeit, während eine reichliche Durchmischung mit Sand ihn begünstigt; humusreiche Begräbnisplätze verlieren an Porosität ungemein, was besonders für die Frage der „Uebersättigung" des Kirchhofsbodens (mit Fäulnisprodukten) in Betracht zu ziehen ist.

Als Resultat dieser Untersuchungen stellt sich heraus, daß ein grobkörniger Kies als das beste Material, um Gräber darin anzulegen, zu schätzen ist, dann in absteigender Reihe feiner Kies, dann Sandboden. Ungünstig ist mit Sand gemischter Lehmboden, sehr ungünstig Thon- (Kley-, Mergel-) und stark humushaltiger Boden.

Die Zeit des Zerfalls ist verschieden. In Kies- und Sandboden ist (Versuche des Sächsischen Landeskollegiums) die Zersetzung der Leichen Erwachsener in 7, der Kinderleichen in 4; im Lehmboden die der ersteren erst in 9, die der letzteren in 5 Jahren zu erwarten. Wegen der sehr starken Verlangsamung des Verwesungsprozesses sind humusreiche Bodenarten (Haidehumus, Torf-, Moor- und Sumpfboden), je weniger vermischt und je reicher an Humussäure sie sind, für den Begräbniszweck absolut zu vermeiden.

In luftzugängigen Grüften erfolgt die Zersetzung der Leichen ungefähr in gleichem Tempo wie im stark luftdurchlässigen Boden.

Die Tiefe der Gräber bedingt sich durch die Lösung zweier in gewissem Grade sich zuwiderlaufender Probleme: einmal soll der Weg, welcher den Ausdünstungen der Leiche nach der Oberfläche hin offen steht, ein ziemlich langer sein, andererseits soll aber die Durchlüftung des Bodens und die auf dem Wege der Verwesung angestrebte gleichmäßige Zersetzung der Gewebe in den Grenzen der Möglichkeit liegen [16]. Für das erste Problem erschiene eine möglichst bedeutende, für das zweite eine möglichst geringe Tiefe wünschenswert. Mit Rücksicht einerseits auf die Grundwasserverhältnisse, andererseits auf die Thatsache, daß bereits aus einer Tiefe von 1,58 m in der Regel keine übelriechenden Gase mehr durchdringen, scheint sich diese Tiefe zu empfehlen: die gesetzlichen Normen bewegen sich auch zwischen 1,5—2 m in den verschiedenen Staaten. In einem luftigen Boden wären nach Pettenkofer's Ansicht 1,2 m ausreichend; mitunter wird für Kinder eine geringere Tiefe als für Erwachsene angenommen, bis herab auf 0,94 m.

Den Quellen, Rinnsalen und Brunnen gegenüber hat man die in den Gräbern verfaulenden Leichen a priori mit Recht als permanente Fäulnisherde anzusehen; doch hat sich in konkreten Fällen (Fleck, Wasserfuhr, Pettenkofer) die direkte Vergiftungsgefahr für Brunnen, die in der Nähe von Begräbnisplätzen oder innerhalb solcher liegen, als viel unbedeutender herausgestellt. Bei Berücksichtigung des Umstandes, daß die Verwesung der Leichen durchschnittlich in einer Tiefe von 2 m erfolgte, läßt sich eine direkte Gefährdung nur für diejenigen benachbarten Brunnen erwarten, welchen das Fäulnismaterial durch Grundwasser zugeführt wird, das die unvorschriftsmäßig angelegte Grabessohle überflutet.

(Die weiteren Bezugnahmen zum Wasser im Boden schließen sich zweckentsprechender an die über eine Mehrheit von Gräbern und das Friedhofsterrain im Ganzen weiter unten anzustellenden Betrachtungen an.)

Massengräber werden, als den vollständigen Zerfall ausschließend, überall verworfen. Jede Grabgrube darf nur zur Beerdigung einer Leiche dienen. Es kann jedoch die Beerdigung von Wöchnerinnen mit den Neugeborenen und die Beerdigung von zwei gleichzeitig verstorbenen Kindern im Alter bis zu 8 Jahren in einer Grabgrube gestattet werden, sodaß jedes Grab nicht ein Zuviel an Leichenmaterial zu bewältigen hat.

Der Begräbnisplatz als Komplex von Gräbern.

Kirchhof und Einzelgrab stehen offenbar unter denselben Bedingungen. Die etwa aus den Einzelgräbern aufsteigende Luft setzt die Atmosphäre des Gottesackers, die an den einzelnen Grabessohlen entstandenen Sickerwässer die dem Grundwasser und den Kirchhofsbrunnen zustrebenden Rinnsale, die Wandungen der Gruben setzen das Erdreich des Friedhofs zusammen. Und doch wollen diese gleichartigen Summanden als eine neue Größe und unter neuem Sehwinkel betrachtet sein. Jedes Grab hat seine Luftumgebung und seine Verwesungszone. Besonders die Berührung der letzteren und die Verwesungsmüdigkeit des Bodens begründet diese Betrachtung. Es wird bei gesetzlichen Regelungen der Neuanlagen zu Begräbnisplätzen wie bei der sanitätspolizei-

lichen Erlaubnis zu denselben darauf zu halten sein, daß die projektierten Anlagen sowohl von bewohnten Ortschaften, als einzelnen Wohngebäuden und Brunnen einen gehörigen Abstand halten; daß der Zug ihrer Entwässerung bekannt und geregelt sei; daß Brunnen auf dem Terrain der Begräbnisanlage nicht zur Entnahme von Trinkwasser benutzt werden, und daß die Bodenschichten in ihrer Zusammensetzung wie in ihrem regelmäßigen Verhalten zur Grundwasserdurchspülung nicht für die Leichenverzehrung und für die Selbstreinigung der Erdbestandteile absolut ungeeignete seien, oder durch eine verfehlte Bewirtschaftung relativ ungeeignete werden[17].

Die Entfernung der zu Begräbnisplätzen ausersehenen Ländereien von menschlichen Behausungen ist nur in wenigen Staaten durch völlig zweifellose gesetzliche Vorschriften geregelt. In bewohnten Gegenden der Städte sie anzulegen, wurde in Preußen durch § 184, T. II, Tit. 11 des Allgemeinen Landrechts, in Oesterreich durch eine Kaiserl. Ordre der Kaiserin Maria Theresia, in Frankreich durch Art. 2 des Begräbnisgesetzes vom 12. Juni 1804, in England (nur zweifelhaft und für neue Anlagen) durch die Public Health Act von 1848 (teilweise Ergänzungen von 1875) verboten. Für das platte Land kommen entsprechende hygienische Verbote auch bei uns nur für die Neuanlegungen in Frage; 200 m Entfernung werden bei solchen (auf der Grundlage des Ministerialerlasses vom 18. März 1859) seitens der Landespolizeibehörde gefordert, aber vielfache Ausnahmen zugelassen, ganz besonders was die Entfernung einzelner Wohngebäude betrifft. (In vielen Gegenden Deutschlands ist für zweifelhafte Fälle dieser Punkt der Entfernung von der Begutachtung der Einzelumstände durch die Physiker abhängig gemacht.)

„Die Rücksichten, welche gegen die Anlage von Begräbnisplätzen in der Nähe größerer Wohnungskomplexe, wie ganzer Ortschaften, sprechen, liegen in den weitaus meisten Fällen nicht auf hygienischem Gebiet, sondern beruhen auf Interessen des Verkehrs und der baulichen Ausdehnung der Ortschaften, auf dem Ruhebedürfnis der leidtragenden Besucher der Friedhöfe, der psychischen Abneigung vieler Menschen gegen alle an den Tod erinnernden Vorgänge und auf ästhetischen Momenten.

Die Himmelsrichtung, in welcher der Platz zur nächsten Ortschaft liegt, ist ohne erhebliche Bedeutung. Herrschen überhaupt Winde aus der Richtung eines projektierten Platzes nach der Ortschaft entschieden vor und ist der Platz so gelegen, daß die von ihm abströmende Luft nicht durch Baumanlagen, vermöge der Höhenlage oder anderer Umstände von den Wohnungen abgehalten wird, so mag statt eines solchen Platzes, wenn es angeht, ein anderer von gleich günstiger Bodenbeschaffenheit in günstigerer Lage gewählt werden; ein erhebliches hygienisches Interesse hieran waltet aber nicht ob, vorausgesetzt daß für gehörige Zufüllung der Gräber und zweckmäßige Situierung und Einrichtung etwaiger Grüfte gesorgt wird.

Die Lage sei, wenn möglich, sonnig, damit der Pflanzenwuchs und mit ihm der Ablauf der Verwesung begünstigt wird.

Es ist ferner bei der Wahl des Platzes darauf zu achten, daß von den zugehörigen Ortschaften zu ihm nicht zu weite und schwierige Wege führen, welche seinen Besuch übermäßig anstrengend und für die Gesundheit schwacher und kränklicher Personen unzuträglich machen; ferner darauf, daß die Wege fahrbar hergestellt werden können, damit das be-

denkliche Tragen der Särge thunlichst eingeschränkt werden kann. Wo mehrere Ortschaften an der Benutzung eines Platzes Anteil haben, ist die Lage möglichst so zu wählen, daß die Leichen nicht durch andere Ortschaften gebracht werden müssen, damit nicht mit solchen Gelegenheiten der Verschleppung von Infektionskrankheiten — vornehmlich durch das Leichengefolge — Vorschub geleistet wird.

Schwierigkeiten entstehen für die Wahl, wenn kein Platz mit günstiger Bodenbeschaffenheit zur Verfügung steht, wenn Trockenheit oder Porosität ganz oder in dem zur trockenen Verwesung erforderlichen Grade in der nötigen Tiefen- und Flächenausdehnung fehlt, und noch mehr, wenn beide Mängel kombiniert erwachsen, Wasser anstatt Luft größere Hohlräure im Boden ausfüllt; in besonderem Maße, wenn das Wasser vermöge der Richtung und Stärke seiner Bewegung und wegen undichten Gefüges des unterirdischen Weges nicht oder schlecht filtriert eine Wasserentnahmestelle erreichen kann. Es giebt aber nicht wenige Fälle, besonders in gebirgigen und in Niederungsgegenden, in denen ein Platz trotz derartiger widriger Verhältnisse zu Begräbniszwecken genommen werden muß, weil ein günstigerer nicht vorhanden ist."

Was die Größe und Ausdehnung der Kirchhöfe anlangt, so muß bei jedem Grabe, um den Sarg bequem aufnehmen zu können, die Länge 1,94, die Breite 0,85 m, die Sohlenfläche 1,649 qm betragen. Die übrigen für ein Grab notwendigen Flächen betragen (nach Pappenheim's Berechnung) bezüglich der Längsseiten 0,94 × 1,94 m = 1,8236 qm, sowie bezüglich der schmalen Seiten 0,94 × 0,85 m = 0,799 qm. Hierzu kommt dann noch die oben berechnete Grabessohlenfläche, mithin 1,8236 × 0,799 × 1,649, sodaß sich die Gesamtgrabesfläche auf 4,2716 qm stellt. Normiert man weiter den notwendigen Böschungswinkel für jedes Grab im Mittel auf 60°, so erlangt ein Grab von 1,88 m Tiefe oben die Breite = 3,01 m, die Länge von 4,1 m, mithin oben die Weite von 12,341 qm, während die Grabessohle 1,94 m lang und 0,85 m breit bleibt. Bei Berücksichtigung der Gräber nicht bloß für Erwachsene, sondern auch für Kinder, deren Grabesfläche (nach Rüppel) auf etwas weniger als die Hälfte der oben für Erwachsene herausgerechneten zu veranschlagen wäre (das Verhältnis ist 45 : 21), beträgt unter der Voraussetzung, daß von 100 Gestorbenen ca. 46 unter 10 Jahren und 54 über 10 Jahren sich befinden, die durchschnittliche Flächengröße der Gräber nicht 4,2716, sondern 3,27 qm. Behufs zweckmäßiger Ausnützung des Raumes wird eine reihenweise Anordnung der Gräber vorausgesetzt. Handelt es sich darum, im konkreten Falle die Flächengröße einer bestimmten Kirchhofsanlage festzustellen, so müssen zunächst Berechnungen über das Steigen der Bevölkerungsziffer nach gegebener Zunahmegröße, dann Berechnungen des Sterblichkeitsquotienten (unter möglichst hoher Veranschlagung) bewirkt werden. Demnach sind der Ziffer der mit je 4,2 qm berechneten gewöhnlichen Grabstellen resp. der durch diese vermutlich bedeckten Bodenflächengröße noch hinzuzuschlagen gewisse Flächenanteile für Gänge und Wege, sowie für außergewöhnliche Begräbnisformen: Erbbegräbnisse, reservierte Plätze, größere Monumente etc. Endlich muß auf den späteren Bau von Leichenhallen (wenn nicht auf deren sofortige primäre Anlegung) mit gangbaren und würdigen Umgebungen Rücksicht genommen werden. Zu den größeren fahrbaren Wegen wird bei lebhafterem Besuch von Leidtragenden der Raum mit zu veranschlagen

sein, welchen breite Fußwege neben den Fahrbahnen nach Verhältnis in Anspruch nehmen.

Gegen eine an sich übermäßige, aber auch gegen eine durch Quellengebiete oder unzuträglich zufließende Meteorwässer stets erneuerte Feuchtigkeit auf unverlegbaren Begräbnisplätzen vermag eine zweckmäßige Thonröhrendrainage große Besserungen zu erzielen. Der Erfolg dieser Maßregel kann sogar ein vollständiger sein, wenn der Boden nach sonstigen Grundanforderungen die geeignete Zusammensetzung und für die Ableitung des Drainwassers ein genügendes Gefälle hat[18]. Abwässer, welche aus Gräbern selbst herstammen und aus den auf die Grabsohle selbst gelegten Drains gesammelt wurden, müssen natürlich an der Ausflußstelle im höchsten Grade verunreinigt ankommen und erheischen eine Weiterleitung resp. Behandlung ganz ähnlich derjenigen der Kloakenwässer. Auf die Reinigung des Kirchhofsuntergrundes selbst haben genügend tief gelegte Drainsysteme (3 m Tiefe), da sie gleichzeitig eine unterirdische Ventilation in Thätigkeit setzen, eine sehr günstige Wirkung. Sind mit den Drainierungen (wie nicht selten erforderlich) Bodenaufschüttungen und Planierungen verbunden, so wird mit Bezug auf die letzteren festzuhalten sein, daß der natürliche (der sogenannte „gewachsene“) Boden dem aufgeschütteten für die Anlegung tiefer Gräber stets vorzuziehen ist. — Aus den vorstehenden Erwägungen ergiebt sich zunächst, daß bei der Wahl der Begräbnisplätze die Nähe von Teichen, Sümpfen und Wasserläufen, sowie ein perpetuierlich hohes Grundwasser, also eine Lage in Absenkungen und Mulden, noch mehr aber eine solche Lage zu vermeiden ist, in welcher zeitweilige Ueberschwemmungen des Begräbnisplatzes möglich wären[19]. Allzu hoch gelegene trockene Plätze können Bedenken erregen wegen der Transportschwierigkeiten, abschüssige Terrains werden noch am ehesten unter der Bedingung zu benutzen sein, daß sie von bewohnten Ortschaften abgewendet liegen[20–23]. Mäßig absinkende, allen Windrichtungen ausgesetzte Plateaus erscheinen am günstigsten. Vom Stande des Grundwassers, wie von der Beschaffenheit des Untergrundes sollten die Vertreter des sanitätspolizeilichen Interesses vor jeder neuen Begräbnisanlage sich durch Bohrversuche ein klares Bild verschaffen. Es muß eine entsprechend dicke Bodenschicht die Grabessohle von dem höchsten erreichbaren Grundwasserniveau trennen. Auf diese Weise wird vermieden, daß das Grundwasser in die Gräber steigt, die dort vor sich gehende Zersetzung behindert oder die noch vorhandenen Leichenbestandteile auslaugt. Es ist aber eine klare Anschauung über den Grad der Verdünnung, welchen die Unreinigkeiten des Bodens erfahren, ebenso wichtig, wie die Kenntnis der Richtung und des Zuges, in welchen sie abgeführt werden[24]; zu ermitteln wäre hiernach neben der mehrjährigen Amplitude der Grundwasserschwankungen auch die Mächtigkeit des Grundwasserzuges und die Hauptrichtung seines Laufes. Für die Brunnen, welchen durch die Grundwasserströmung ihre Füllung zugeführt wird, läßt sich eine (bereits erwähnte) direkte Gefährdung dann wohl erwarten, wenn — vorschriftswidrig — Grundwasser die Sohlen der Gräber überflutet[25] und den Grabesinhalt auslaugen kann. Liegt dagegen ein Brunnenspiegel außerhalb einer derartigen Kommunikation — in gehöriger Tiefe oder geschützt durch eine Thonschicht[26] — so fällt ein großer Teil der durch die Kirchhofsnachbarschaft erregten Bedenken fort. Noch entschiedener lassen sich die letzteren auf die Weise be-

seitigen, daß man die betr. Brunnen als Tiefbrunnen anlegt und mittelst völlig undurchlässiger Wandungen vor dem seitlichen Eindringen des Grundwassers bewahrt[27]. „Ist der Boden schlecht durchlassend, so ist für schnelle Ableitung der Tagewässer von der Oberfläche des Platzes durch Ebnung desselben und dauernd gut zu erhaltende Abzugsrinnen zu sorgen, damit die Wässer möglichst wenig in die frisch angelegten, locker gefüllten Gräber eindringen, bei dem Mangel an Gelegenheit zur Versickerung in denselben stagnieren und die feuchte Fäulnis begünstigen können." —

Aber auch in allen Fällen, in denen die Bodenverhältnisse bei der Anlage durchaus geeignete sind, liegt die Regelung des Betriebes der Begräbnisplätze im hygienischen Interesse. Denn bei unangemessenem Betriebe kann, wie bereits angedeutet, auch ein von Natur bestgeeigneter Platz untauglich und schädlich werden.

Dies ereignet sich besonders dadurch, daß der Boden im Verlaufe des unangemessenen Betriebes verwesungsmüde wird[28].

„Die Leichen dürfen nicht zu eng aneinander gelegt werden. In jedes Grab ist nur soviel Leichenmaterial zu bringen, als der Körpermasse eines Erwachsenen entspricht. Massengräber sind vom hygienischen Standpunkt aus verwerflich und in Friedenszeiten garnicht, im Kriege nur als unabweisbare Notwendigkeit zu dulden. Bei ihrer Herstellung ist womöglich durch Hinzufügung geeigneter Substanzen, wie Kalk, Holzkohle u. a., zu den Leichen eine unschädliche Bindung der Leichenfäulnisprodukte anzustreben und die Verbindung von Grundwasser und Brunnen, sowie die Nähe von Wohnungen mit Umsicht zu vermeiden." — „Ferner ist zwischen je zwei Einzelgräbern eine Erdschicht zu belassen, welche genügt, um die von der Leiche seitwärts ausgehenden Zersetzungsstoffe aufzunehmen und zu verarbeiten. Bei günstiger Bodenbeschaffenheit genügt eine Dicke von 0,3 m; bei fettem Lehm oder Thon, bei welchem auf eine derartige Mitwirkung des Bodens verzichtet werden muß, und bei kalkhaltigem Boden, welcher vermöge chemischer Bindung von Zersetzungsprodukten den Eintritt und Ablauf der Verwesung besonders günstig beeinflußt, darf eine weniger mächtige Zwischenschicht als zulässig erachtet werden, während bei sehr losem Sande oder Kies technische Schwierigkeiten bei Anfertigung der Gräber eine größere Dicke erforderlich machen können. Die auf einzelnen Begräbnisplätzen bestehende Unsitte, Sarg hart an Sarg zu setzen und nur den zuletzt eingesenkten von dem für den nächsten bestimmten Raum durch Bretter abzuhalten, schafft Uebelstände (ähnlich denen, wie sie von Massengräbern und Grüften ausgehen) und bedarf der Abstellung."

Als Begräbnisturnus bezeichnet man die Angabe der Zeitlänge, nach deren Ablauf ein Grab wieder benutzt werden darf. Diese Frist (Verwesungsfrist) hängt ersichtlich von der Bodenbeschaffenheit, seiner chemischen Natur, Porosität, Feuchtigkeit resp. Grundwassergehalt und Temperatur ab. Es hat sich herausgestellt, daß die Zersetzung von Kinderleichen ungleich schneller vor sich geht als die der Leichen Erwachsener, sodaß bei Kindern ungefähr der halbe Turnus wie bei Erwachsenen statthaft ist[21]. Die englische Gesetzgebung bestimmt für Kinderleichen 8 Jahre, für die Leichen Erwachsener 14 Jahre. 15 Jahre hat Hamburg, Leipzig für Kinder 10 Jahre, für Erwachsene 15 Jahre. In der sächsischen Gesetzgebung ist ein Turnus von 20 Jahren

festgestellt, ebenso in Frankfurt a. M.; 20 bis 25 Jahre je nach dem Boden hat Baden und 30 Jahre Hessen, 40 Jahre Preußen.

Der Begräbnisturnus, wie sehr seine Dauer auch von diesen und sonstigen lokalen Bodenverhältnissen abhänge, dürfte selten in Kulturländern unter die Zeitlänge von 7 Jahren heruntergesetzt werden[23]. Die hinsichtlich der Verlegung und Außergebrauchsetzung von Beerdigungsplätzen seitens der Sanitätspolizei zu stellenden Anforderungen werden fast überall durch religiöse und Pietätsrücksichten weit überboten.

„Da bei Eintritt von Fettwachsbildung oder von Mumifikation der endliche Zerfall der Leichen sich nicht absehen läßt, so kann für einen Platz, auf welchem einer dieser Prozesse in mehreren Fällen beobachtet worden ist, ein Turnus überhaupt nicht aufgestellt werden[31].

Bei der vorläufigen Annahme des Turnus, welche für die Berechnung der erforderlichen Größe eines anzulegenden Begräbnisplatzes nicht entbehrt werden kann, dürfte es sich im allgemeinen empfehlen, die Verwesungsfrist etwa doppelt so lang anzunehmen, als nach den sächsischen Erfahrungen notwendig erscheint, um später nicht vor die Notwendigkeit gestellt zu sein, wiederum einen neuen Platz erwerben zu müssen. Eine solche Bemessung dürfte meistens auch den Pietätsrücksichten entsprechen. (Die Berechnung des Gräberterrains ist nicht sowohl von hygienischer, als von ökonomischer Bedeutung. Wird der Platz nicht ausreichend groß beschafft, so können bei geordnetem Betrieb nicht Nachteile für das Gesundheitswesen eintreten, sondern sind solche für das Vermögen und andere Unzuträglichkeiten für denjenigen zu erwarten, welcher den Platz zur Beerdigung der Leichen bereit zu stellen hat. Die Berechnung geschieht durch Multiplikation der Ziffer der Turnusjahre mit dem für jedes Grab und die ihm auf einer Längs- und einer Querseite anliegenden Zwischenstücke durchschnittlich bestimmten Flächenraum und der Ziffer der im Jahr zu erwartenden Sterbefälle; die letztere ist unter Zugrundelegung der in einer längeren — etwa 10-jährigen — Reihe der letzten Jahre festgestellten Ziffern der Todesfälle, welche in der bezw. den auf den Begräbnisplatz angewiesenen Gemeinden vorgekommen sind, und zwar, falls diese Reihe eine Progression darstellt, unter der Voraussetzung der Fortsetzung der letzteren, nicht aber nach dem aus der Vergangenheit gewonnenen Durchschnitt zu berechnen.)“ —

Auf den Begräbnisplätzen empfiehlt es sich, Pflanzenwuchs thunlichst zu fördern, da derselbe zur Verarbeitung der Leichenzersetzungsprodukte beiträgt.

An die Vegetation auf Friedhöfen stellt die Hygiene deshalb die Anforderung, daß die Sonnenbestrahlung durch sie nicht allzu sehr beschränkt werde[32]. Es eignen sich schattengebende Bäume (Linden, Ahorn, Platanen, Ulmen, Obstbäume) hiernach ausschließlich zur Bepflanzung der breiten Hauptwege. Im übrigen gebührt der Vorzug zunächst den Pflanzen, deren Blätter nicht abfallen: den Pinus- und Juniperusarten, dem Buchsbaum, der Ilex acuifolia, der Vinca minor, dem Rhododendron; ferner den mit dicken fleischigen Blättern versehenen Agaven, Cacteen, auch den Saxifraga- und Ledaarten; auf den Grabhügeln selbst dem meistens bald üppig wuchernden Epheu. Zulässig sind auch Wallnuß- und Fliederbäume, Rosen- und Ligustersträuche als solche Arten, deren Blätter zwar abfallen, aber wenig Sauerstoff absorbieren. Empfehlenswert sind endlich Anlagen lebendiger Hecken (Kreuz-,

6*

Schleh-, Weiß- und Schwarzdorn) zu Einfriedigungen an Stelle der Kirchhofsmauern. —

„Handelt es sich um die Frage, ob ein geschlossener Begräbnisplatz zu baulichen oder anderen Zwecken umgegraben werden darf, so ist — ebenso wie auch bei jeder Eröffnung eines Einzelgrabes — vorher festzustellen, 1) ob nach der seit der letzten Beerdigung abgelaufenen Zeit anzunehmen ist, daß noch feuchte stinkende Fäulnis angetroffen werden wird, und 2) ob der Tod der Verstorbenen an Infektionskrankheiten erfolgt ist, von deren Keimen der inzwischen erfolgte Untergang nicht mit Bestimmtheit angenommen werden darf. Im bejahenden ersteren Falle hat die anderweitige Benutzung des Platzes einstweilen zu unterbleiben, da das Fäulnisstadium nur eine verhältnismäßige kurze Dauer hat; im bejahenden zweiten Falle hat die Bloßlegung und Translocierung der Leiche bezw. Leichenreste und das Umgraben des umgebenden Bodens unter Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln zu geschehen“ (s. Exhumation).

Praktisch werden also zur vollständigen Klarstellung aller die Projekte zur Anlage wie zur Erweiterung von Friedhofsanlagen betreffenden hygienischen Fragepunkte erforderlich sein:

„1) Eine mit Maßstab und Nordlinie versehene Zeichnung der Lage des Platzes und seiner Zugangswege nebst den nahegelegenen Wohngebäuden oder sonstigen Aufenthaltsräumen (Schulen, gewerblichen Anlagen u. dgl.) und Wasserentnahmestellen (Brunnen, fließende oder stehende Gewässer). Es genügt, falls ein gleichmäßiger, trockener, lufthaltiger, aber nicht klüftiger oder grobscholliger Boden vorliegt, die Darstellung bis auf eine Entfernung von 35 m von der Grenze des Platzes; andernfalls bedarf es weiterreichender Angaben. Stets ist auch die Entfernung des Platzes von der nächsten geschlossenen Ortschaft und die Richtung der voraussichtlichen weiteren Entwickelung derselben, sowie eventuell die Lage (Entfernung, Wegsamkeit) zu den übrigen auf den Begräbnisplatz angewiesenen Ortschaften anzugeben.

2) Hinsichtlich der in der Zeichnung zu 1) angegebenen Wasserentnahmestellen eine auf eine bestimmte, einheitliche Ordinate bezogene Mitteilung über die Tiefe des höchsten Standes des Wasserspiegels in den Kesselbrunnen, fließenden und stehenden Gewässern, bezw. der höchsten Oeffnung für den Wassereintritt in den Röhrenbrunnen.

3) Eine Uebersicht über die Niveau- und Untergrundverhältnisse des Platzes und seiner Umgebung bis zu den nächsten Wasserentnahmestellen und zwar für verschiedene — mindestens 2 — senkrechte Bodendurchschnittsebenen, deren Oberflächenlinien in der Zeichnung zu 1) eingetragen sind, und welchen die zu 2) angegebene Ordinate zu Grunde gelegt sein muß. Aus dieser Uebersicht müssen die etwaigen verschiedenen geologischen Bodenschichten und die Grundwasserstände bis zu einer Tiefe von mindestens 2,5 m ersichtlich sein. Die Ermittelungen haben an genügend zahlreichen, sachverständig ausgewählten Stellen des Platzes, welche auf der Zeichnung zu 1) markiert sein müssen, sachverständig mittelst Erbohrung oder Ausschachtung stattzufinden. Die Feststellung der Grundwasserverhältnisse hat wiederholt und zwar zur Zeit herrschender Trockenheit und nach längerem Regen, wenn möglichst hohe Stände zu erwarten sind, zu geschehen und

sich nicht nur auf die Höhe der Stände, sondern auch auf die Richtung und, wenn thunlich, auf die Schnelligkeit der Bewegung des Grundwassers zu erstrecken. Die Ergebnisse sind eingehend zu detaillieren.

4) Eine Beschreibung der Beschaffenheit des Bodens unter Beachtung etwaiger Ungleichmäßigkeiten nach den physikalischen Eigenschaften und der chemischen und geognostischen Zusammensetzung (Porosität — mittlere und extreme Größe der kleinsten einzelnen Erdteilchen [Körnchen bis Geröllstücke] — Durchlässigkeit, Filtrationskraft, Luftgehalt, Trockenheit — Verhältnis der Feuchtigkeit zum Volumen —; Kiesel-, Thonerde, Kalksalze, Eisenverbindungen, Humussubstanzen u. dgl. unter hinreichend genauer Angabe der Mengenverhältnisse; Schichtung und sonstiges inneres Gefüge [Risse, Spalten, Klüfte]).

5) Ein Grundriß des Platzes mit Angabe der etwaigen Entwässerungseinrichtungen, sowie der etwa für Grüfte und eine Leichenhalle bestimmten Flächen.

5a) Eventuell ein Bauplan der Leichenhalle nebst Erläuterung über Einrichtung der Eingänge und Fenster, deren Lage zur Umgebung, über Lüftungs- und event. Erwärmvorrichtungen. Beschaffenheit der Fußböden und Wände, eventuell auch Verbindung der Leichenräume mit der Wohnung des Aufsehers.

6) In dem Entwurf der Begräbnisordnung: Bestimmungen darüber, daß in der Regel in jedem Grabe nur eine Leiche und in welchen Ausnahmefällen etwa in einem Grabe gleichzeitig mehrere Leichen beerdigt werden dürfen, ferner über die Tiefe der Gräber — am besten durch Angabe der zwischen der höchsten Stelle des Sarges und der Erdoberfläche einzuhaltenden Entfernung —, über die Dicke der zwischen den Särgen zu belassenden Erdwände, die sorgfältige Zufüllung der Gräber, die Breite der Zwischenräume zwischen den Grabhügeln, die Dimensionen der letzteren, über die Art der Gräberbezeichnung und der Registerführung, eventuell über die Errichtung und Benutzung von Grüften und einer Leichenhalle, und provisorische über die erste Wiederbelegungsfrist der Gräber — nach Belieben unter Scheidung der Gräber für die Leichen Erwachsener und für Kinderleichen mit Angabe der Größen- oder Altersgrenzen der verschiedenen Kategorien. Die definitive Festsetzung des Begräbnisturnus ist bis nach Ablauf dieser ersten Frist vorzubehalten."

Der Betrieb jedes Begräbnisplatzes muß somit geregelt sein und der einmal festgesetzten Regelung entsprechen. Diese hat sich auf die Tiefe und den Flächenraum, die Trennung, die Belegung, Zufüllung und Behügelung, Erkennung, Wiedereröffnung und Wiederbelegung der Gräber zu erstrecken. Endlich müssen unvermeidlich in den Ordnungsentwurf Aufnahme finden Bestimmungen über die Dimensionierung und Belegung, die Einrichtung und Benutzung der Grüfte und die Benutzung der Leichenhalle, sowie über die Frist, vor welcher zunächst eine Wiederbelegung der Gräber nicht erfolgen darf.

(Es muß, als wichtig für die faktischen Unterlagen, welche mit ausführlichen Anweisungen analoger Art bereits gewonnen wurden, hervorgehoben werden, daß für zwei preußische Regierungsbezirke bereits seit einigen Jahren

derartige Reglements in Kraft sind nämlich für Düsseldorf eine „Allgemeine Begräbnisordnung", erlassen von der dortigen Kgl. Regierung am 1. Aug. 1882, und für Arnsberg eine „Anweisung für Anlegung, Erweiterung, Verwaltung und Beaufsichtigung der Begräbnisplätze aller Arten", erlassen unterm 15. Jan. 1887).

Wie sehr Deutschland (und ganz besonders Baden, Preußen und Sachsen) und Oesterreich bemüht gewesen sind, einer peinlichen auf das gesundheitliche Moment scharf sich richtenden Regelung des Friedhofswesens vorzuarbeiten, erweist sich besonders aus einem Vergleich der hier erörterten Anforderungen mit denen anderer Kulturländer; es sei in erster Reihe auf England verwiesen[33]. Jedes Kirchspiel hat zwar seinen „parish burial ground", dessen gesundheitsmäßige Anlage, Erweiterung und sonstige Haltung in den Händen einer Kirchspiel-Begräbnis-Kommission liegen muß. Diese besorgt (wenigstens ist sie hierzu verpflichtet) die Führung eines Toten-Registers und eines Protokolls über sämtliche Anordnungen. Ummauerte Gräber sind zulässig; Bedingung ist, daß es sich um Familienbegräbnisse handle[34]. Die Berechnung des Flächenraums für gewöhnliche (Reihen-) Gräber geht von der Veranschlagung aus, daß auf je 1000 Einwohner 0,405 Hektar (ein Acre englisch) genügen solle. Die Ansprüche an Baulichkeiten und Anlagen zwingen jetzt fast überall dazu, auf das Doppelte dieser Berechnung zu kommen. Als höhere Instanzen für die Ausübung der gesetzlichen Bestimmungen fungieren die Church Wardens und die Vestrys (Kirchenvorstände). Aber auch die Krone übt entscheidende Rechte aus: durch Ordre of council können Begräbnisplätze geschlossen, auch der Schluß eines Kirchhofs nach Belieben der Königin verschoben werden.

Im Umkreis zweier Meilen von einer Stadt kann nur mit Bewilligung des Staatssekretärs eine neue Friedhofsanlage entstehen. So ist die Ueberwachung des Begräbnisplatzwesens überaus kompliziert und gerade auf diesem Gebiet die Selbstverwaltung der Gemeinden, obwohl sie die Kosten zu tragen und die Burial Boards zu wählen haben, sehr beschränkt. Die Entfernung der Friedhofsgrenzen vom nächsten bewohnten Hause soll 180 m (200 Yards) betragen. Eine der unliebsamsten Verwickelungen besteht darin, daß neben den parish burial grounds noch Friedhöfe errichtet werden von Aktien- etc. Gesellschaften auf Spekulation.

In Frankreich ist das Decret sur les sépultures noch jetzt in allen Hauptzügen sedes materiae; die noch giltigen hier zusammengefaßten Bestimmungen stammen also vom 12. Juni 1804; eine Ausnahme bildet die Zusatzbestimmung, daß niemand in der Nähe der aus den Weichbildern der Gemeinden (damals) neu hinausverlegten Begräbnisplätze eine Wohnung bauen, Erweiterungsbauten und Reparaturen vornehmen dürfe, es sei denn in einer Entfernung von 100 m (Kaiserl. Dekret vom 7. März 1808). Durch 17 Artikel des zuerst oben genannten Dekrets ist das Verbot der Beerdigung in Kirchen innerhalb der Weichbilder, ferner der Massengräber, eines zu schnellen Turnus ausgesprochen[35]; die Maße der Gräber gegeben; das Expropriationsrecht erteilt; eine Interdiktionsfrist für sonstigen Gebrauch des geschlossenen Friedhofes auf den Zeitraum von fünf Jahren nach erfolgtem Schlusse bemessen; eine sehr detaillierte Denkmälerordnung vorgesehen; die Aufsichtsfrage geregelt und ausdrücklich freigegeben, „daß die Ceremonien, welche früher — will sagen: vor der Revolution — üblich waren, wieder aufgenommen werden dürften".

In Rußland verlangt das Gesetz eine sehr große Entfernung von den Weichbildsgrenzen plattländischer Gemeinden: 1067 m (eine volle Werst), sonst aber nur einen frei und hochgelegenen Platz. Vorschriftsmaßregeln und Vorschriften hinsichtlich der Einrichtung, Größe und Benutzung der gewählten

Plätze sind gesetzlich oder durch allgemeingiltige Verordnungen nicht fixiert, vielmehr der Bezirksverwaltung völlig überlassen.

Scharf verurteilt wurde aus Anlaß der neapolitanischen Choleraepidemie das völlig unzureichende Friedhofswesen derjenigen Gemeinden Italiens, welche mit Massengräbern dem Beerdigungsbedürfnis zu genügen suchen. Hier liegen die Fortschritte in Betreff des gesundheitlichen Gebiets weniger in der Errichtung der prachtvollen Gottesäcker (Campi santi) mit ihrem die Stimmung beherrschenden prachtvollen dekorativen Kunst- und Pflanzenschmuck, als in der gesetzlichen Freigebung der fakultativen Feuerbestattung, so daß gerade solche Gemeinden, in denen früher das Begräbniswesen auf sehr niedriger Stufe stand, in die Lage kamen, nach hygienischer Richtung beispielgebend vorzugehen [36].

Der Hergang der Beisetzung im Erdgrabe: Inhumation.

Geschichtlich tritt für die Regelung des Begräbnisaktes im engeren Sinne sehr früh mit einer ausführlichen Beordnung dieser Angelegenheit Frankreich hervor. Ueber die Beerdigung der Pestkranken wenigstens existiert ein Arrêt des Parlament de Toulouse bereits von 1559. Daß über jede Beerdigung ein Protokoll aufgenommen werden solle, bestimmt eine allgemeine Deklaration vom 9. April 1739. Der Code civil fordert dann später — unter sehr genauer Fassung der polizeilichen Rechtsbestimmungen über Inhumation und Exhumation — die Bewilligung der Behörde für die erstere; eine Minimalfrist von 24 Stunden zwischen ihr und dem Ableben; ein peinlich geregeltes Ceremoniell beim Begräbnis, auch was die Anwesenheit des Geistlichen betrifft. Dekrete späteren Datums, vom 18. März, bezw. 8. Mai 1806 und 11. Mai 1835, treffen Anordnungen hinsichtlich der Leichenzüge und der Leichenkosten. Für die Bestimmungen über die Ausgrabung wird unterschieden zwischen „exhumation par la famille, exhumation par décision administrative und exhumation par autorité judiciaire“. — Während England eigentliche Beerdigungsgesetze nicht hat, spiegelt sich in den Ländern deutscher Zunge in den mannigfachen Verordnungen ein dreifaches Interesse wieder: ein humanitäres, insofern das Begräbnis der Armen, ein sanitäres, insofern das an ansteckenden Krankheiten Gestorbener (Pest!), ein juristisches, insofern der Kostenpunkt der Regelung unterzogen wird. Daß die Scheintodfrage mit Vorliebe auch bei diesem Abschnitt des Leichenwesens vielfach in den Vordergrund gezogen wird, erscheint aus dem bereits hierzu Angeführten nicht auffallend. So stellt die Instruktion für Preußen vom 31. Oktober 1794 die Behandlung der Ansteckungsleichen mit der des vermuteten Scheintodes zusammen; eine württembergische Allgemeine Verordnung kombiniert 1824 Scheintod und Beerdigungsfrist, 1833 Scheintod und Leichenbesichtigung, 1842 Leichenöffnungen und Beerdigungshergang. Sachsen hat schon früh sehr detaillierte und gründliche Bestimmungen in Gesetzesform; Totenbeschau (Ges. vom 22. Juni 1841), Einrichtung von Leichenkammern, Einrichtung des Leichendienstes, Bestattungsformalien (Ges. vom 20. Juli 1850). Daran anschließend die Verordnung über die Statistik der Todesursachen vom 13. Oktober 1871, welche mehrfach das Beerdigungsthema (im Sinne des gegenwärtigen Kapitels) berührt.

Nimmt die Verbringung des Leichnams von einer Leichenhalle ihren Ausgang, die auf dem Begräbnisplatz selbst errichtet ist, so wird das Tragen des Sarges auf so unbeträchtliche Entfernungen sanitätspolizeiliche Interessen kaum berühren. Kommen Wagen zur Verwendung, so ist nur zu betonen, daß der Sarg mit dem Toten (außer dem vorn aufsitzenden Wagenlenker) der einzige Gegenstand sei, der auf dem Leichenwagen selbst placiert wird. Diesem wohl überwiegend durchgeführten Erfordernis widersprechen diejenigen Kinderleichenwagen, bei denen die Einsetzung des kleinen Sarges unterhalb des Kutscherbockes erfolgt und der mit Sitzen versehene Innenraum des Wagens Leidtragende in mehrfacher Anzahl aufnimmt. Völlig der öffentlichen Gesundheitspflege widersprechend ist zur Ueberführung von Kinderleichen das Benutzen von Straßenfuhrwerk (Droschken, Equipagen), das unmittelbar nach dem Begräbnis Verkehrszwecken dienen soll, aber in kleineren Städten und bei etwas laxer Polizei ist es trotz bestehender Verbote sehr schwer auszurotten. Daß alle Beerdigungsunternehmer die Verpflichtung übernehmen, geräumige, auf Federn gehende Wagen in angemessener Ausschmückung — schwarz — dunkelfarbige Pferde, Kutscher und Begleitpersonal in schwarzen, nicht geflickten oder verschossenen Anzügen, nüchterne, anständige, kein Trinkgeld heischende Leute rechtzeitig und pünktlich zu stellen — gehört zum Beerdigungswesen; aber weniger zum sanitären als zum ordnungspolizeilichen Teil desselben. — Hygienisch wichtiger ist die ordnungsmäßige Herstellung des Begräbnisterrains in der Umgebung des frisch zu belegenden Grabes in der Weise, daß die Teilnehmer an der Beerdigungsceremonie nicht aufgeweichte Wege mit Pfützen zu passieren haben, nicht im Eise oder im Schnee und in tiefem Lehm, feuchtem Sand und Schmutz halbe Stunden lang zu stehen gezwungen sind. Die Beobachtung dieses Gesundheitsanspruchs würde der unheimlichen sprichwörtlichen Regel, daß einer Beerdigung noch mehrere aus der Zahl der Leidtragenden zu folgen pflegen, zu Ausnahmen verhelfen. Auch das Entblößen der Häupter im Winde und Regen ist, unter der Mitwirkung deprimierender Gemütsbewegungen, nicht bloß für ältere Leute ungesund.

Der Akt der Sargversenkung in das Grab benötigt einiger Vorsichtsmaßregeln, was das gleichmäßige Hinabschweben des Sarges betrifft, damit Aergernisse infolge des Abgleitens desselben vermieden werden. Das Zuschütten des Grabes mit der an seinen Rändern aufgeschaufelten Erde, deren festere oder mehr lockere Uebereinanderschichtung, geht unter Beihilfe einer bequemen Empirie meistens zweckentsprechend vor sich, da der kubische Raum, den der verscharrte Sarg im Boden einnimmt, einerseits den Grabhügel mit bilden hilft, andererseits kein Rest des Erdreichs in den Kirchhofsgängen liegen bleiben soll. Ein Mantel von Rasen sollte schließlich jedem Grabe — auch den Armengräbern — aus keiner Wiederholung bedürfenden Gründen zu teil werden.

1) *a. a. O.* 212.

2) **G. A. Grotefend**, *Das Leichen- und Begräbniswesen im preußischen Staate, bes. für Polizei- und Medizinalbeamte, Pfarrer und Kirchenvorstände bearbeitet, Arnsberg* (1870).

3) **Fr. Hofmann**, *Ueber die hygienischen Anforderungen an Anlagen und Benutzung der Friedhöfe (Kongreß-Referat), V. f. öff. Ges.* 14. *Bd.* (1882) 11.

4) **Siegel,** *Dasselbe Thema (II. Referat), ebenda* 22.

5) *Verhandlungen der (erweiterten) Wissenschaftl. Deputation für das Medizinalwesen im Jahre* 1890, *zweiter Gegenstand: Begräbniswesen, Referat von* **Schönfeld** *und* **Grandhomme**, *VJS. f. gerichtl. Med. etc., Dritte Folge* 1. *Bd.* 29.

6) **M. Belval**, *Contribution à l'étude des sépultures au point de vue hygiénique*, *Extrait du Bulletin de l'académie royale de méd.*, *Année* 1892.
7) **Freycinet**, *Mémoire sur les sépultures considérées dans leur rapports avec la salubrité publique*, *Compt rend.* 48. *Bd. No.* 18.
8) **W. Hesse**, *Ueber den Kohlensäuregehalt der Gräberluft*, *D. Med. Ztg.* 2. *Bd.* 315.
9) **Hoppe-Seyler**, *Ueber die chemischen Vorgänge im Boden*, *Arch. f. öff. Ges. in Els.-Lothr.* 8. *Bd.* 24.
10) **E. Ferrand**, *L'assanation naturelle des cimétières*, *Ann. d'hyg. publ.* 19. *Bd.* 459.
11) **Reinhard**, *Zersetzungsvorgänge in Gräbern*, *Medic.-chir. Cbl.* (1883) 70.
12) **E. Hoffmann**, *Die forensisch wichtigsten Leichenerscheinungen*, *VJS. f. gerichtl. Med. etc.* 26. *Bd.* (1877) 268.
13) **Vallin**, *Zur Friedhofsfrage*, *Referat*, *VJS. f. gerichtl. Med. etc. N. F.* 36. *Bd.* 364.
14) **J. Kratter**, *Ueber das Vorkommen von Adipocire auf Friedhöfen*, *Mitt. d. V. d. Aerzte in Steiermark*, *Wien* (1879).
15) **E. Zillner**, *Studien über Verwesungsvorgänge*; *Zur Kenntnis des Leichenwachses*, *VJS. f. gericht. Med. N. F.* 42. *Bd.* 1.
16) **Rüppell**, *Ueber die Wahl der Begräbnisplätze nebst dem Entwurf eines Reglements zur Benutzung derselben im Interesse des allgemeinen Gesundheitswohles*, *VJS. f. gerichtl. Med. etc. N. F.* 8. *Bd.* 23.
17) **H. Wasserfuhr**, *Ueber die Gesundheitsschädlichkeit schlechter Friedhöfe in Elsafs-Lothringen*, *Arch. f. öffentl. Gsdh.-Pfl. in E.-L.* 5. *Bd.* 4.
18) **v. Pettenkofer**, *Ueber die Wahl der Begräbnisplätze*, *Zeitschr. f. Biol.* 1. *Bd.* (1865) 45.
19) **G. Robinet**, *Sur les prétendus dangers présentés par les cimétières en général et par les cimétières de Paris en particulier*, *Thèse* (1880) *Paris.*
20) **A. Buchmüller** *und* **Kratter**, *Ein Beitrag zur Beurteilung einer Friedhofsanlage*, *C. f. allg. Ges.* 7. *Bd.* 27.
21) **A Gruber**, *Centralfriedhöfe mit besonderer Berücksichtigung des Wiener Centralfriedhofes*, *Wien* (1875).
22) *Der neue grofse Friedhof in Berlin*, *Hyg. Führer durch Berlin* (1883) 292.
23) **W. Roth**, *Welche Grundzüge hat die öff. Ges. bezüglich der Beurteilung der Begräbnisplätze zu adoptieren resp. in der Gesetzgebung zur Geltung zu bringen*, *V. f. öff. Ges.* 7. *Bd.* 299.
24) **H. Fleck**, *Untersuchung der Kirchhofbrunnenwässer*, *Jahresbericht der chemischen Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege in Dresden* 1873.
25) **Vernois**, *De l'altération des eaux de puits par le voisinage de cimétières*, *Ann. d'hyg. publ.* (1871) *Octbr.*
26) **J. Lefort**, *Remarques sur l'altération des eaux de puits par le voisinage des cimétières*, *L'union méd.* (1871) *No.* 78.
27) **Schumacher**, *Wasseruntersuchung der Friedhofsbrunnen in Rostock*, *V. f. öff. Ges.* 23. *Bd.* (1891) 598.
28) **Kiene**, *Beobachtungen über die Sättigung der Kirchofserde*, *VJS. f. gerichtl. Med. etc. N. F.* 23. *Bd.* 343.
29) **Wollny**, *Ueber die Thätigkeit niederer Organismen im Boden*, *V. f. öff. Ges.* 15. *Bd.* (1883) 705.
30) *Verhandlungen der (erweiterten) Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen in Preufsen*, *VJS. f gerichtl. Med. und öffentl. Sanitätswesen*, *Dritte Folge* 1. *Bd. Supplementheft.*
31) **Klinger**, *Beobachtungen über einige Mifsstände in Kirchhöfen*, *Friedreich's Bl.* (1878) *No.* 3.
32) **Wollny**, *Der Einflufs der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens*, *Berlin* (1877).
33) *Bei* **Eulenberg**, *Handbuch des öffentl. Ges.-Wesens* 2. *Bd.* 316.
34) **Blyth**, *Ueber die Unterbringung der Leichen*, *Intern. Health Exh. Confer. London* 1884.
35) **Du Claux**, *Les cimétières de Paris*, *Ann. d'hyg.* 11. *Bd.* 113.
36) **Pagliani**, *Stato dei cimetieri nei communi del regno*, *Roma* (1889).

SCHLUSSABSCHNITT.

Die Wiederaufgrabung von Leichen.

Die der Erde des Begräbnisplatzes anvertraute Leiche steht unter dem Schutz der Gesetze, welche allerorten Leichenfrevel mit strengen Strafen bedrohen. (Während im Deutschen Strafgesetzbuch § 367 No. 1 die Beerdigung eines Leichnams ohne Vorwissen der Behörde, Beiseiteschaffung oder die unbefugte Hinwegnahme eines Teiles einer Leiche aus dem Gewahrsam der dazu berechtigten Personen ins Auge faßt und beide Vergehen mit Haft oder Geldstrafe bis zu 150 M. ansieht, — gehört Wegnahme einer ganzen Leiche aus dem Gewahrsam der dazu berechtigten Personen, ingleichen die unbefugte Zerstörung oder Beschädigung eines Grabes, sowie beschimpfender Unfug, welcher an einem Grabe verübt wird, zu den „Vergehen, welche sich auf die Religion beziehen", und wird laut § 168 StGesB. mit Gefängnis bis zu zwei Jahren [Verlust der Ehrenrechte] bestraft.)

Daß die Höhe der Strafen wenig dazu beiträgt, die Gräberschändung und die verbrecherische Exhumation zu hindern, lehren nicht allein die schauerlichen Begebnisse, wie sie die Tagespresse aus halbcivilisierten Ländern (China, asiatisches Rußland, Donauländer) jeweilig ans Tageslicht bringt, sondern auch die vor den Tribunalen hochkultivierter Völker sich von Zeit zu Zeit abspielenden Prozesse, durch welche Diebesaberglaube, perverse Wollust, psychische Verkehrtheiten, Reste des Hexen- und Zaubererunwesens und andere Verkommenheiten in erschütternder und beschämender Weise als dauernde Eigenschaften des Menschengeschlechts erhärtet werden. Ihrem inneren Zusammenhange nach stützen sie sich auf ihren Gegensatz, ihr psychologisches Komplement: die übertriebene Leichenverehrung und Leichenvergötterung. Je mehr banalen und durch Ceremonien verbrämten Götzendienst ein Volk mit den Kadavern treibt, desto leichter neigt sein Abschaum zur Verrohung — auch in der Form, daß er sich mit förmlich kannibalischer Begierde nun seinerseits zum verbrecherischen Hantieren mit abgestorbenen Körpern hingezogen fühlt, wo diese nur eben erreichbar sind.

Die französische Einteilung der gesetzlich gestatteten Ausgrabungen in von der Justiz verlangte, von den Familien gewünschte und von der Verwaltung angeordnete [1] — dürfte für alle Kulturländer zutreffen. Wenigstens werden, abgesehen von den gerichtlichen Ex-

humationen (s. u.), zunächst Leichenausgrabungen, -transporte und -überführungen von Seiten Angehöriger in Deutschland recht häufig beantragt. Die gewiß nicht unbeträchtlichen Gesamtzahlen erleiden jedoch in ihrer Verteilung auf die einzelnen Verwaltungsbezirke einerseits eine große Zersplitterung, so daß es schon aus diesem Grunde schwer ist, einen Begriff von dem statistischen Umfang dieser Gruppe von Ausgrabungen zu geben.

Genehmigungen zum Ausgraben und Umbetten von Leichen erteilte die hierfür kompetente zweite Abteilung des Polizeipräsidiums in Berlin:

1889: 48 mal[2]
1890: 28 „
1891: 31 „

Ob andererseits in allen diesen Fällen von der erteilten Genehmigung auch wirklich Gebrauch gemacht wird, entzieht sich schon für einen so begrenzten Teil der Zahlen, noch mehr aber bei den anderweitig versplitterten Genehmigungen der Kenntnis, da ein Meldeorganismus zwischen den Herkunftsorten der Leiche und den Plätzen, nach welchen dieselbe zu verbringen beabsichtigt wurde, nicht besteht.

Wird eine bereits beerdigte Leiche für den Eisenbahntransport (s. diesen) ausgegraben, so muß — nach preußischen Bestimmungen — die Einsetzung in den äußeren (den Sarg umgebenden) Kasten sofort an der Ausgrabungsstelle bewirkt werden (Min.-Vfg. vom 24. Januar 1866 und 9. Januar 1873).

Um die vorzeitige Wiederbelegung eines Grabes, wie auch um die bei einer Oeffnung desselben aus anderen Gründen — so behufs Verlegung der Leiche oder zu gerichtlichen Zwecken — möglichen Gefahren der Verbreitung einer Infektionskrankheit zu verhüten, bedarf es der (auch von nicht hygienischen Gesichtspunkten aus erforderlichen) dauerhaften Bezeichnung jeder Grabstelle nebst einer entsprechenden, zweckmäßig mit einem Grundplan versehenen Registerführung, aus welcher sich der Name, das Lebensalter, die Tage des Todes und der Beerdigung des Begrabenen, sowie im Falle der Tod an einer Infektionskrankheit eingetreten ist, die Art der letzteren ergeben.

Ueber die Gefährdung der bei einer Exhumation thätigen oder zu einer solchen herzugezogenen Personen (Arbeiter, Kirchhofsbeamten, Richter, Aerzte) ist im vorigen Jahrhundert eine ziemlich umfangreiche Litteratur entstanden. Französische Aerzte haben ein chronisches Siechtum geschildert, welches sich bei Verlegung von Kirchhöfen bei den mit Exhumationen beschäftigten Arbeitern zeigte und namentlich in den schlimmeren Formen mit dysenterischen Prozessen nebst Petecchial- und Furunkelbildung verbunden war. (Es handelte sich um die Zeit, als Ludwig XV. das Verbot der Beerdigung innerhalb der Städte erließ, welches Exhumationen in bedeutendem Umfange zur Folge hatte.) Auch in der damaligen deutschen Litteratur des Gegenstandes bekannten sich viele medizinische Schriftsteller zur Annahme einer „Anämie mit hydropischen Erscheinungen“, noch mehr „heftiger Diarrhöen und sonstiger Reizsymptome im Darm“ — als Folge der Einwirkung „putrider Exhalationen“ vom Ausgraben der Leichen. Demgegenüber stellte Siegel seine methodischen Beobachtungen bei acht Jahre fortgesetzten Erfahrungen mit den Exhumationen auf 21 Kirchhöfen von

verschiedenster Bodenbeschaffenheit an, bei Leichen aller Altersklassen, deren Lagern in der Erde sich auf Zeiträume von wenigen Wochen und Monaten, aber auch von 2—6 Jahren erstreckte. Niemals hat sich eine Folgekrankheit oder irgend eine besondere Unzukömmlichkeit bei ihm selbst oder Fr. Hoffmann oder den Arbeitern geltend gemacht. „Obgleich wir bei diesen Ausgrabungen in den frisch geöffneten Gräbern standen, haben wir niemals schädigende oder lästige Ausdünstungen wahrgenommen; niemals haben diejenigen Personen, welche den Ausgrabungen beiwohnten, die Pastoren, Gemeindevorstände, Totengräber, der Laboratoriendiener und andere, eine Krankheitserscheinung dargeboten oder Unwohlsein und Uebelkeiten empfunden." Fr. Hoffmann bestätigt diese bei 130 Leichen gemachten Erfahrungen und erklärt sie näher durch die Ergebnisse der Verwesung oder Vermoderung: der „geruchlosen Bakterienthätigkeit", wie sie ihm hierbei entgegentraten. Die mehrjährigen Leichen behielten dabei ihre Form. Von der braunen Farbe abgesehen, waren sie auch sonst noch durchaus kenntlich: die Gesichtszüge, die Wölbungen der Muskeln, des Unterleibes waren erhalten. „Mit dem Verbringen solcher Leichen an das Tageslicht geht dieser anscheinend trefflich erhaltene Zustand sehr bald verloren. Ich hatte wiederholt Gelegenheit, solche Leichen zu untersuchen. Sie bilden ein äußerst lockeres, schwammiges Gebilde ohne jegliche Struktur der früheren Weichteile. An der Luft verdampft die geringe Menge des hygroskopischen Wassers, und dann genügt ein leichter Stoß, ein geringer Hauch, daß die Teile in feinen, lockeren Staub zerfallen". „Wichtig ist, daß die Leiche im ganzen Verlauf dieser Zerstörung keine Flüssigkeiten mehr ausfließen läßt" [4].

Hiermit lassen sich die auf dem Gebiet der Militärhygiene über verwaltungsseitig angeordnete Massenexhumationen von Leichen gefallener Militärs und Pferdekadaver gewonnenen Erfahrungen recht wohl vereinigen. Während der Kriege und nach Beendigung solcher haben solche Ausgrabungen zu mehrfachen hygienischen Bedenken Anlaß geboten. Teils die so massenhaften Erfahrungen auf den französischen Schlachtfeldern, teils die neueren Ansichten über Infektionsentstehung und -verbreitung haben jene Bedenken erheblich verringert. Daß sich ein spezifisches Kontagium aus der Leichenfäule entwickeln könne, ist nach jenen Ansichten höchst unwahrscheinlich. Aber auch die Belästigung durch den Fäulnisgeruch zeigte sich bei kühlerem Wetter nicht erheblich groß; ein Jahr nach der provisorischen Beerdigung zeigte er sich sogar nahezu verschwunden, um einem wenig offensiven Modergeruch zu weichen.

Je nach der Maßgabe aus den fortschreitenden Erfahrungen hat man auch die sanitären Schutzmaßregeln bei Ausgrabungen formuliert. So wurde früher angeordnet: eine Desinfektion der verdächtigen Objekte (Leichen, deren Umhüllung, umgebender Boden) unter sachverständiger Aufsicht mit anerkannt wirksamen Mitteln (Schwefelkarbolsäure, Aetzkalklauge), Schutz der Arbeiter vor Insektenstich durch Gesichtsmaske, Stiefel und Handschuhe, Gebrauch von Respiratoren, Enthaltung vom Essen und Trinken, Fernhaltung aller nicht notwendig beteiligten Personen.

Roth und Lex [5], bezw. Erismann [6] haben sich durch Ausarbeitung sehr spezieller hygienischer Anweisungen für die Exhumation nach Schlachten verdient gemacht. Die provisorischen Erdbewürfe über den Leichen der

Gefallenen begünstigen den regelmäßigen Fortgang einer schnellen Verwesung; es müssen aber diejenigen provisorischen Grabhügel herausgesucht werden, welche lokale Beziehungen zu Wasserläufen und Gräben, öffentlichen Wegen und Wohnungen haben.

Nachdem durch Probespatenstiche die Lage der gerade für diese Nachbarschaften bedenklichen Kadaver ermittelst ist, werden dieselben von den ihnen aufliegenden Erdschichten befreit, jedoch so, daß eine den Durchtritt der Fäulnisgase noch verhindernde Schicht liegen bleibt.

Wenige Arbeiter vollenden die Bloßlegung vom Fußende unter gleichzeitiger Ueberdeckung mit desodorisierenden Mitteln (Chlorkalk mit Sägespänen, Mischungen von Erde, Gips, Kohlenpulver und Karbolsäure u. a.) und befördern die exhumierte Leiche durch Umwenden auf ein großes Brett.

So wird sie, mit einem festschließenden Deckel überdacht, zu der bereit gehaltenen neuen Grabstätte transportiert.

Die eben geräumte Grabstätte wird mit ungelöschtem Kalk gefüllt, die herausbeförderten Erdschichten mit diesem oder den Desodorisationsmitteln gemischt, das Ganze festgestampft und mit einer frischen Erdschicht überdeckt.

Die neuen Gräber wurden an Orten angelegt, von denen eine bedenkliche Beziehung zu den benachbarten Erdschichten nicht zu besorgen war, und mit Berücksichtigung der vorher präzisierten Bedingungen; als Massengräber machten sie indes noch eine besondere Behandlung nötig.

(Dieselbe besondere Behandlung erstreckt sich auf diejenigen ursprünglichen Lagerungsstätten, die wegen ihrer Beziehungslosigkeit zu Wasserläufen etc. beibehalten werden können.) Alle diese werden mit einer so dicken Erdschicht bedeckt, daß ein Durchtritt von Gasen und Flüssigkeiten nicht mehr stattfindet.

Hohlräume zwischen den frisch placierten Leichen dürfen nicht entstehen.

Zur Erzielung der zur Verwesung nötigen Trockenheit müssen Gräben — sowohl zur Abhaltung von Wasserzuflüssen, als auch andere zur Ableitung des Wassers aus dem Grabe selbst — hergestellt werden. Für den ersten Zweck können auch Drainröhren mit Erfolg gelegt werden.

Desinfektionsmittel kommen nur — abgesehen von der Exhumation — beim tieferen Eindringen in die der Leiche benachbarten Schichten zur Anwendung.

Die Hauptgarantie des Nutzens aller dieser Anordnungen liegt in der mit größtem Raffinement zu fördernden Umwandlung des die Massengräber bergenden Bodens in eine reichliche Vegetation tragende Fläche (Bepflanzung der Grabhügel selbst mit Rasen, fruchtbarer Zwischenplätze mit Sonnenblumen, der ganzen Umgebungen mit Gras, Klee, Wicken und Hafer).

Die günstigen Resultate dieser Vorkehrungen haben sich sowohl an den dieselben ausführenden Arbeitern, als an dem Gesundheitszustande der in der Nachbarschaft der Schlachtfelder wohnenden Bevölkerung (z. B. der Dörfer um Metz) vollkommen bewährt, sodaß sie mit Ueberzeugung empfohlen wurden [7].

Es stützte sich diese Ueberzeugung indes gleichzeitig noch auf die wenig günstigen Resultate, welche der belgische Apotheker Créteur [8]) mit seiner Weise, die Leichen auf dem Schlachtfelde von Sedan einäschern zu wollen, erzielte. Er versuchte, die Erde bis zu den halbverfaulten Leichen herauszuheben, die weggeschaufelte Erde mit Phenol-

lösung zu desinfizieren, die bloßgelegten Kadaver mit Chlorkalkpulver ebenfalls zu desinfizieren. Dann wurde Teer auf die Leichen gegossen, der dann mittelst in Petroleum getränkten Strohs angezündet wurde. Es wurde sehr bald unzweifelhaft, daß Créteur[8] durch dieses „Verfahren“ nur die Bildung einer fettartigen Kruste bewirkte, welche nun die Oberfläche der halb angebrannten menschlichen Leichname (und Tierkadaver) bedeckte. Die deutsche Regierung hatte sich sehr bald — allerdings war die Ankohlung mehrerer Tausend Menschenleichen inzwischen erfolgt — diese Behandlung der ihr eignenden Soldatengräber verbeten. — Eine Massenverbrennung (mit Hilfe von 120000 Liter Petroleum) wurde 1883 für die zahlreichen Leichen der beim Krakotoaausbruch Verunglückten[9] auf Java angeordnet und durchgeführt. (Wie wenig diese durch die Not bedingten Gewaltexperimente mit pyrotechnisch vorbereiteten und geleiteten Flammenbestattungen gemein haben, wurde an geeigneter Stelle oben bereits berührt.)

Die „exhumation par autorité judiciaire“ oder zu forensischen Zwecken könnte, ihrer hygienischen Seite nach, um so eher durch den zutreffenden Teil der oben erörterten Schutzmaßnahmen als miterledigt gelten, als ja bei einer einzelnen Leiche massenhafte Entbindungen schädlicher Gase kaum jemals stattfinden werden, und die Erkrankungen der Obduzenten, wie sie nach den Sektionen gerade im höchsten Fäulnisstadium befindlicher Leichen zuweilen beobachtet werden (Darmkatarrh, Abspannung, Fieber) streng genommen nicht hierher gehören, da sie unmittelbar auf mangelhafte sanitäre Einrichtungen der Sektionsräumlichkeiten (s. unter „Morgue“) zurückführen, während der ganze Vorgang der Exhumation sich — auch für die forensischen Anlässe — von Anfang bis Ende in freier Luft abspielt.

Allein die „Ausgrabung auf richterliche Anordnung“ hat, seitdem die Frage der Feuerbestattung auf der Tagesordnung steht, noch eine neue, ungemein schwerwiegende Bedeutung für die Leichenhygiene gewonnen. Die Justiz glaubt schlechterdings den Vorteil nicht entbehren zu können, den das Erdgrab ihr sichert und den die Feuervernichtung der Leichen ihr zu entziehen droht: die letztere bringe die Unmöglichkeit mit sich, gewisse Verbrechen nachzuweisen, umgekehrt auch den für die Urteilschöpfung und Rechtsprechung ganz unerträglichen Nachteil, daß ungerecht eines Verbrechens gegen das Leben Bezichtigte außer Stand kommen würden, ihre Unschuld an der Hand des erhobenen Leichenbefundes klarzulegen. Hierdurch noch viel mehr, als daß etwa hier und da ein Schuldiger unbestraft bliebe, müßte die Leichenverbrennung zur Lückenhaftigkeit im Nichtschuldbeweise und somit zu einem höchst unsicheren Zustande der Gesellschaft führen.

Die Prüfung der zur Bekämpfung dieser Annahme vorgebrachten Argumente liegt zum Teil auf anderen Gebieten als dem medizinischen. Was diesem aber sicher eignet und deshalb, sei es zu Gunsten der Feuerbestattung, sei es zu Gunsten des Enterrements nebst der ihm folgenden Exhumation, in die Erwägung dieses hygienischen Zweifels hereingezogen werden muß, ist die Untersuchung der Frage: wie groß der Wert der Beobachtungen und wie feststehend die Basis der Schlüsse ist, welche aus jenen Obduktionsergebnissen, wie man sie an ausgegrabenen Leichen gewinnt, gezogen zu werden pflegen. Träfe, um an bereits Erwähntes anzuknüpfen, die vorher mit Absicht etwas breiter zur Wiederholung gebrachte anschauliche Schilderung Fr. Hoffmann's auch nur auf einen größeren Teil exhumierter Kadaver zu,

so würde man sich schnell zu der Entscheidung gedrängt sehen, daß schon zum Zweck eines Beweises für das Zutreffen einer verbrecherischen Handlung die erhobenen Befunde oft nur geringwertig sind, daß es aber noch viel mangelhafter bestellt ist mit der exakten Begründung jener Schlüsse, aus denen die Ueberzeugung vom Nichtvoraufgehen eines fremdartigen, von einem Dritten verübten Eingriffs (in das Leben der aufgegrabenen Person) gewonnen werden soll. Die Ausgrabung aus forensischen Gründen wird allerdings überwiegend Leichen betreffen, die nicht so nahe vor dem staubartigen Verfall stehen, wie die bei der Verlegung der Leipziger Friedhöfe Ausgegrabenen.

Deshalb ist des weiteren von Belang eine 1880 von P. Casimir Périer und Gambetta im Namen einer besonderen Kommission vorgelegte Untersuchung über die in Frankreich bezüglich der Ausgrabungsergebnisse gemachten Erfahrungen. Innerhalb 10 Jahren kamen in Frankreich 617 Vergiftungsfälle vor; 105 davon mit im Feuer unnachweislichen Giften (Nikotin, Cantharidin, Digitalin), die man allerdings wohl bei einer 24 Stunden nach dem Tode veranstalteten Obduktion, nicht aber z. T. nach längerem Liegen im Erdgrabe hätte entdecken können. 512 dieser Vergiftungen wurden ausgeübt mit Grünspan (vert de gris), Kupfersulfat und Arsen: Substanzen, die in der Verbrennungsasche ebensowohl hätten chemisch nachgewiesen werden können wie in exhumierten Leichen. Weyl stellt für die Giftmorde in Italien die folgende Statistik auf[10]:

Jahr	Gesamtzahl der Verbrechen	darunter Giftmorde
1880	2983	19
1881	2797	20
1882	2953	38
1883	2980	25
1884	2077	16
1885	2162	5

Ferner kommen hier die fleißigen Prüfungen in Betracht, welche Goppelsröder[11] in seiner Monographie zusammenstellte; er beginnt mit allgemeinen Fragen nach dem Fundort von Giften innerhalb der exhumierten Leichen. (Die Gifte nehmen in allen hier in Frage kommenden Untersuchungen über die das Leben bedrohenden Eingriffe Dritter deswegen den größten Raum ein, weil Morde durch mechanische äußere Gewalt, in deren Entdeckung die posthume Leichenschau ja allerdings ihre Hauptleistungen aufzuweisen hat, mittelst einer wohlgeordneten obligatorischen Leichenschau doch fast nie unbemerkt bleiben könnten.) In erster Reihe muß wohl zugestanden werden, argumentiert Goppelsröder, „daß von einer Untersuchung des Blutes, besonders wenn eine längere Zeit zwischen dem Tode und der Untersuchung verstrichen ist, keine Rede mehr sein kann. Das Blut ist schon in teilweiser oder gänzlicher Zersetzung, in Fäulnis, die Reduktion des Blutfarbstoffes ist mehr oder weniger vorgeschritten, ja bald ganz vollendet, sodaß nicht einmal die Stokes'schen Absorptionsstreifen des reduzierten Hämatins mehr zu erkennen sind. Es würde sich bei der Prüfung des Blutes z. B. darum handeln, auf spektroskopischem Wege festzustellen, ob dasselbe kohlenoxydhaltig ist oder nicht, ob eine Vergiftung durch Kohlengas, Leuchtgas etc. stattgefunden hatte. In diesen Fällen ist der Nachweis auch nach der Erdbestattung zur Unmöglichkeit geworden."

„Bei Vergiftungen durch Kupfervitriol oder Grünspan, d. h. Kupferacetat, welche nach heftiger Kolik, Durchfall und Erbrechen den Tod ver-

ursachen können, bei welchen sich die Schleimhäute des Magens teils ungeätzt und stark entzündet, in einigen Fällen grün gefärbt zeigen, muß wohl bedacht werden, daß man fast bei jeder Untersuchung von normalen Leichenteilen Spuren von Kupfer findet, freilich nicht immer."

„Bei Arsenvergiftungen, d. h. bei der fast allein in Betracht kommenden arsenigen Säure ist die innere Fläche des Magens meistens stark entzündet, die Schleimhaut an einzelnen Stellen mit roten Punkten und Streifen bedeckt, sehr oft eine weißliche, mit Blut untermischte Schleimschicht sichtbar. An den rötlich, weißlich oder auch gelblich gefärbten Punkten sind nach vorsichtiger Entfernung der Schleimschicht häufig Körnchen des Giftes eingebettet. Diese Erscheinungen sind bei frischen Leichen deutlich; je länger die Leichen der Verwesung ausgesetzt waren, um so mehr verschwinden dieselben." (Die hinsichtlich der nachfolgenden Streitfrage in jüngster Zeit erschienenen Neubearbeitungen durften trotz ihrer sonstigen Wichtigkeit nicht detaillierter herangezogen werden — um Weitläufigkeiten zu vermeiden).

„In einer sonst durchaus normalen Kirchhoferde könnte an und für sich schon Arsen enthalten sein, sei es daß sich dieses durch Zersetzung eines arsenhaltenden Schwefelkieses gebildet hätte, sei es daß die Erde des Friedhofs durch das Bodenwasser mit irgend einem Arseninfektionsherde kommunizierte. Es könnte somit aus dem Friedhofboden Arsen in den Leichnam gelangt sein."

„Bei Bleipräparaten, bei Bleizucker oder Bleiacetat und bei Bleiessig oder basischem Acetat, wo bei akuter Vergiftung meistens die Schleimhaut des Magens und Darmkanals mit weißlichen Schichten oder Flecken, aus einer Verbindung des Bleioxyds mit organischer Substanz bestehend, bedeckt ist, die darunterliegende Haut entweder entzündet oder in gegerbten Zustand versetzt ist, wo die weißen Flecken aber schon 14 Tage nach dem Tode weder mit Lupe noch durch Schwefelwasserstoff mehr zu erkennen sind, ist eine quantitative Bestimmung erforderlich, da sehr geringe Spuren stets in den Leichen enthalten sind."

„Quecksilbersublimat, welches die Schleimhäute des Magens und des Darmes aufweicht, teilweise weiß oder bläulichgrau färbt und entzündet, schon Schlund und Speiseröhre angreift, bei chronischen Vergiftungen das Zahnfleisch mit Geschwüren bedeckt, sowie Kalomel oder Quecksilberchlorür werden sich bei der Erdbestattung, wenn nicht schon eine zu lange Zeit verstrichen ist, nachweisen lassen."

„Bei Phosphorvergiftungen, wo man zuweilen nach einiger Zeit das Aufsteigen von Phosphordämpfen, auch ein Leuchten des Mageninhalts und des Harnes, sowie am Magen rötliche Flecken, auch häufig Fettleberbildung wahrnimmt, kann, wegen der raschen Oxydation des Phosphors zu phosphoriger und dann zu Phosphorsäure, letztere ein Umwandlungsprodukt, dessen Nachweis gar keine Bedeutung mehr für die Konstatierung einer Phosphorvergiftung hätte, nach Liegen der Leiche im Grabe wohl nur in seltenen Fällen noch ein Rest von Phosphor in Substanz nachgewiesen werden."

„Die seltene Vergiftung durch größere Gaben von Jod, welche eine große Abmagerung und Verkleinerung der Leber zur Folge haben, möchte nach einigem Aufenthalte der Leichen im Grabe nicht immer in Resten noch nachgewiesen werden können, da das Jod als solches oder in oxydiertem Zustande Verbindungen eingeht, welche vom Bodenwasser teilweise oder ganz fortgeschwemmt werden können. Mehr Chancen liegen hier allerdings bei

der Erdbestattung vor, da bei der Kremation alles Jod wird verflüchtigt und keine Spur mehr in der Asche wird aufgefunden werden."

„Die korrodierenden Gifte Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure möchten beim Erdgrabe unter Umständen noch in kleinen Resten nachzuweisen sein; in den meisten Fällen werden sie jedoch mit den Alkalien und alkalischen Erden und mit der Thonerde des Bodens, falls nämlich der Sarg schon zerfallen, Verbindungen eingegangen sein, welche keine gerichtlich-chemische Bedeutung mehr haben."

„Bei Vergiftungen durch Oxalsäure, wo die Glieder so aufgeweicht sein können, daß die Leiche kaum mehr anzufassen ist, wo der Magen so aufgelockert sein kann, daß die Schleimhäute in eine Gallerte verwandelt sind, haben wir zu bedenken, daß die Oxalsäure sich in 9 Teilen Wasser von mittlerer Temperatur auflöst, daß sie sich leicht mit den Basen zu Salzen verbindet und daß ihre Alkalisalze in Wasser löslich sind, daß sie sich ferner durch nascierenden Wasserstoff, auch durch andere reduzierende Körper in Glykolsäure und Essigsäure verwandelt. Mag man sie auch noch, wenigstens zum Teil, als unlöslichen oxalsauren Kalk in der Grabeserde vorfinden können, so sind doch andererseits Ursachen genug vorhanden, damit sie verschwinde. Dasselbe gilt vom Kleesalz oder oxalsauren Kali." (Spuren haben, als auch in Arznei- und Genußmitteln vorkommend, eine irgendwie entscheidende Bedeutung nicht.)"

Vor dem Eingehen auf die Alkaloïde ist noch der Blausäurevergiftung gedacht, unter deren Folgen sich (wenn auch nicht ausnahmslos) Blausäuregeruch aus den Leichenteilen, besonders den blutreichen, entwickelt, während man sonst keine den Augen bemerklichen Erscheinungen wahrnimmt. Noch zehn Tage nach dem Tode konnte dieselbe zur Winterszeit nachgewiesen werden. Zu bedenken ist, daß sich ihre wäßrige Lösung sehr leicht unter Abscheidung von braunen, Paracyan enthaltenden Produkten, daß sie sich auch sehr leicht durch Einwirkung von Säuren und Basen in Ameisensäure und Ammoniak zerlegt, durch nascierenden Wasserstoff in Methylamin übergeht, daß durch die Verwesung der Leiche die Zersetzung des Giftes bewirkt wird. — Bei Vergiftungen durch Cyankalium, welches schon durch die schwächsten Säuren, so auch durch die Magensäure, durch die Kohlensäure etc., sich in Blausäure verwandelt, gilt dasselbe.

„Ueber den Nachweis der Pflanzenalkaloïde, welche zu verbrecherischen Vergiftungen häufiger benutzt werden (neben den Alkaloïden aus dem Opium noch Hyoscyamin, Strychnin, Atropin, Eserin, Digitalin, Akonitin, Koniin, Veratrin etc.) in der ausgegrabenen Leiche besitzen wir neuerdings vortreffliche Studien. Jedoch ist der wichtige Gegenstand unzweifelhaft noch weiterer Ausbildung in seiner besonderen Relation zur Chemie der Kadaveralkaloïde fähig, und es darf hier auf den die letzteren behandelnden Abschnitt nur verwiesen werden.

Selbstverständlich wird die Chemie eine aus Leichenteilen gewonnene stickstoffhaltige Base nur unter der Bedingung mit einem Pflanzenalkaloïde als identisch zu betrachten geneigt sein, wenn sie mit ihm in allen chemischen, physikalischen und physiologischen Eigenschaften völlig übereinstimmt."

Schon aus dieser keineswegs vollständigen und nur ad hoc angestellten Erörterung erhellt, daß die Resultate der an ausgegrabenen Leichen anzustellenden Ermittelungen durch leichtverständliche Gründe beschränkt sind. Nimmt man hierzu den Abzug, welcher bei einer Anzahl von Verbrechen durch die Verjährung (sei sie auch noch so lang-

jährig bemessen) entsteht; berücksichtigt man, daß nach 20—30 Jahren allenfalls eben noch erkennbar sind Merkmale an den Knochen (deshalb auch Schwangerschaften und zweifelhaftes Alter einer Leibesfrucht), Merkmale an Haaren, Fremdkörper und (mit den oben hervorgehobenen Beschränkungen) Arsenikvergiftungen, so fühlt man sich geneigt, in Bezug auf den Wert der posthum vorzunehmenden Nekroskopien dem erfahrenen Casper[12] darin beizutreten, „daß eine Ausgrabung, die eine äußerst zeitraubende und wie die ihr folgende Obduktion eine nicht wenig kostspielige Operation ist, vom Gerichtsarzt zu widerraten sei, wenn gar kein Erfolg mehr von beiden Handlungen zu erwarten sei“. „Dies ist namentlich der Fall, wenn über die tödliche innere Krankheit Zweifel entstanden, die durch die Ausgrabung gelöst werden sollen, wenn die Leiche schon Wochen oder Monate lang beerdigt war, oder wenn sonst durch Merkmale an den Weichteilen der Leiche irgend ein Zweifel gelöst werden soll.“ — Wer eine große Reihe der Sektionsergebnisse an ausgegrabenen Leichen — etwa an dem Material, wie es in der von Casper begründeten, jetzt von mir herausgegebenen „Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin etc.“ mit ihren 42 Jahrgängen unparteiisch niedergelegt worden ist — auf die (Haupt-)Frage zu prüfen unternimmt, wie oft durch diesen ganzen forensischen Apparat für einen unschuldig eines Verbrechens Angeklagten die Grundlage geschaffen wurde, seine Unschuld zu erweisen, wird die Dürftigkeit solcher Grundlagen mit Befremden ermessen.

Es läßt sich nicht verkennen, daß die Erdbestattungs- wie die Feuerbestattungspartei in den letzten Jahrzehnten mit der Sache würdigem Fleiß und dem Bestreben gearbeitet haben, Beweise an die Stelle von Behauptungen zu setzen. Dies ist besonders zu dem Behuf, das Erdgrab über die ihm früher gemachten Vorwürfe zu erheben, geschehen. Ein großer innerer Widerspruch haftet den zu seinen Gunsten ins Feld geführten Beweisen noch heute an, indem es völlig unlogisch erscheint, das richtig angeordnete, das hygienisch vorwurfsfreie Erdgrab zu konstruieren und immer doch gleichzeitig zu betonen, daß die Erdgräber weitab von Wohnstätten liegen sollen. Was hygienisch vorwurfsfrei ist, bedarf keiner ängstlichen Remotion. — Die Feuerbestattungspartei ihrerseits aber faßt die Lage viel zu sanguinisch auf. „Es muß doch möglich sein“, äußerte sich Virchow am 21. April 1893 im Deutschen Reichstage, „mit Zustimmung der Angehörigen die Feuerbestattung einzuführen“ (Anlaß war die Besprechung des Seuchen-Reichsgesetzes); „dabei sind seit längerer Zeit Erkundigungen darüber eingezogen worden, wie die Angehörigen der in Berlin Beerdigten über die fakultative Feuerbestattung denken, — und es hat sich hierbei ergeben, daß die große Menge der Leidtragenden durchaus nichts gegen die Feuerbestattung einzuwenden hat, sofern dieselbe auf Kosten der Stadt vorgenommen werden würde.“ — Viel zu hoffnungsvoll urteilte auch (wie man sagen muß, wenn man die Unbewegtheit der Regierungen seit dem Erscheinen der zweiten Auflage seines Gesundheitswesens (1882) und seit seinem Tode sich vergegenwärtigt) Lorenz von Stein mit seinem Ausspruch: „Daß nun alle sanitären Bedenken durch den Grundsatz der Leichenverbrennung endgiltig beseitigt und die völlige Freiheit des Friedhofswesens in einem unserem Geschlechte noch unbe-

kannten Grade hergestellt werden würde, und wie wir hoffen hergestellt werden wird, scheint uns gewiß. Doch wird sie drei Generationen gebrauchen, um durchzugreifen" [1].

Wer die vergebliche Anstrengung einer dieser Generationen denkend mit durchlebt hat, wird sich vielmehr geneigt fühlen, in dem konsequenten Skepticismus eines älteren Hygienikers eine sachgemäße Mahnung wie eine nutzbare Auffassung anzuerkennen: „Die Leichenverbrennung ist, wie mehrfach angedeutet, meines Erachtens eine bessere Art der Leichenremotion als die Verscharrung [13]. Sie vernichtet eine Fäulnisquelle, die wir bei der letzteren ihrem Schicksale überlassen." „Man hat die menschlichen Leichen, auch die, die nicht auf Schlachtfeldern Haufen bildeten, auch verbrannt, und die neuere Zeit agitiert für diese Art der Remotion in Deutschland, England, Frankreich. Es wird ganz von dem Takte der Verfechter dieser Erneuerung eines alten Modus abhängen, welches seine nächste Geschichte sein wird: die in Preußen eingeschlagenen Wege (Trusen) des Bestürmens der Behörden sind die allerunglücklichsten, die man wählen konnte." „Wer es mit der Einführung der Leichenverbrennung gut meint, hat zu bedenken, daß nichts weniger geeignet ist, eine Sitte aus dem Leben der Völker abzurufen, als der Befehl —; nichts besser als die Lehre und das Beispiel" (Pappenheim).

1) **Lorenz von Stein**, *Gesundheitswesen* (*wie im Verzeichnis des zweiten Abschnittes citiert*).
2) *Sechster Gesamtbericht über das Sanitäts- und Medizinalwesen in der Stadt Berlin* (1893).
3) **Eulenberg**, *Handbuch des öffentl. Ges.-Wesens* 2. *Bd.*
4) *Die Referate von* **Fr. Hoffmann** *und* **Siegel** (*wie in dem Verzeichnis des vierten Abschnittes citiert*).
5) **Roth** *und* **Lex**, *Handb. d. Militärgesundheitspflege* 1. *Bd.* 548.
6) **Erismann**, *Desinfektionsarbeiten auf dem Kriegsschauplatze der europäischen Türkei etc., München* 1879.
7) **Dupuy**, *Inhumations en masse, Gaz. des hôp.* (1871) *No.* 18.
8) **L. Creteur**, *L'hygiène sur les champs de bataille, Brüssel* 1871.
9) *Nach* **Uffelmann's** *Suppl.-Heften zur V. f. öff. Ges., Jahresbericht über* 1884 (1885 *Braunschweig*) 96.
10) *Bei* **Th. Weyl**, *Neuere Apparate zur Leichenverbrennung, Ges.-Ing.* (1892) *No.* 12.
11) **Goppelsröder** (*wie in dem Verzeichnis des dritten Abschnittes citiert*).
12) **J. Ludw. Casper**, *Praktisches Handbuch der gerichtlichen Medizin. Thanatologischer Teil, Berlin, Hirschwald*, 73, 77—91.
13) **Louis Pappenheim**, *Handbuch der Sanitätspolizei, nach eigenen Untersuchungen, Berlin* (1858) 1. *Bd.* 245.

Register.

ABDECKEREIWESEN.

BEARBEITET

VON

Dr. med. R. WEHMER,

MEDIZINAL-ASSESSOR BEI DEM KÖNIGL. POLIZEI-PRÄSIDIUM UND MITGLIED
DES KÖNIGL. PROVINZIAL-MEDIZINAL-KOLLEGIUMS ZU BERLIN.

MIT SECHS ABBILDUNGEN IM TEXT.

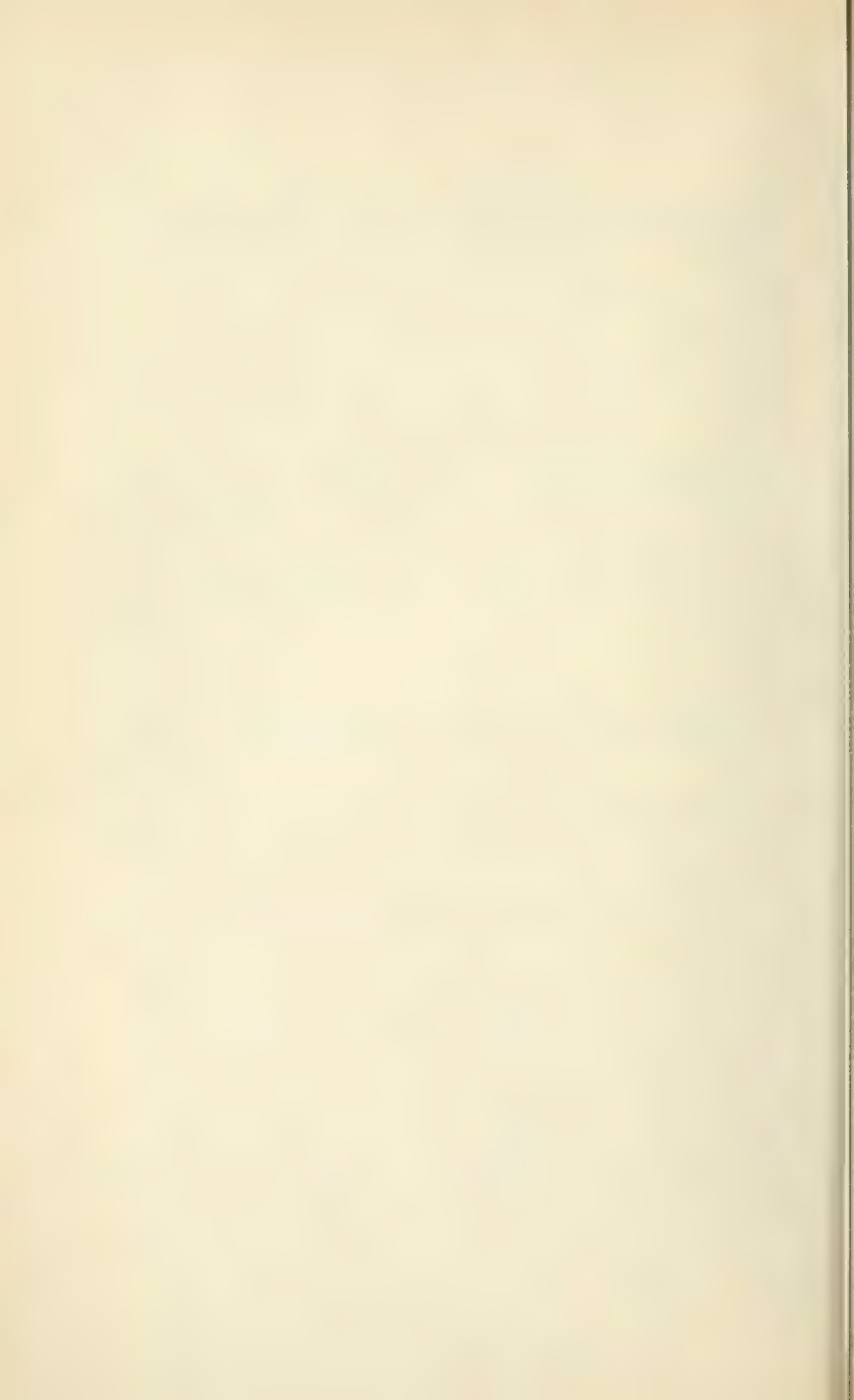
HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ZWEITE ABTEILUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1893.



Inhaltsübersicht.

8*

Abbildungen.

Das Abdeckereiwesen ist ein wichtiges Glied in der Kette von Maßregeln zur Beseitigung städtischer und ländlicher Abfälle im weitesten Sinne des Wortes, ein Glied, welches zwischen dem Leichenbestattungswesen einerseits und der Beseitigung menschlicher und gewerblicher Abfallstoffe — Abfuhr, Kanalisation, Müll- und Kehrichtbeseitigung — andererseits die Verbindung herstellt. Eine weitere, allgemeinere Bedeutung gewinnt das Abdeckereiwesen da, wo es in die Fleischversorgungsfrage eingreift.

Einerseits lassen ökonomische Gesichtspunkte — und sie überwiegen bei dem Gewerbetreibenden — es wünschenswert erscheinen, das teure Fleisch der Schlachttiere als Nahrungsmittel soweit als irgend möglich zu verwerten. Andererseits lehren uns Hygiene und Zoologie mit ihren verfeinerten Untersuchungsmethoden täglich neue Gefahren kennen, die uns durch bisher unbedenklich erscheinende Fleischarten drohen, und fordern daher deren Vernichtung durch die Abdeckerei.

I. Begriff der Abdeckerei.

Die Abdeckerei beschäftigt sich mit der Wegschaffung, Ablederung, Verwertung, Verscharrung oder sonstigen Beseitigung der gefallenen und derjenigen getöteten Tiere, deren Fleisch wegen Krankheit als Nahrungsmittel nicht zu benutzen ist. Hierzu kommen die einzelnen aus verschiedenen sanitätspolizeilichen Gründen zu Nahrungszwecken nicht zuzulassenden Teile sonst gesunder Tiere, die z. B. wegen örtlicher Krankheiten oder wegen Eintrittes der Fäulnis verworfen sind.

Der Name[1] „Abdeckerei" kommt her von einer dieser Thätigkeiten: „abdecken" d. h. abledern, abhäuten — „schinden" genannt — lateinisch detegere, excoriare, französich écorcher, italienisch scorticare, englisch flay, talmudisch (syrisch) קְפַל kefal und mit der Paëlform קַפֵּל kappêl. Daher kommen die Ausdrücke für den sich mit dieser Thätigkeit Beschäftigenden: Abdecker, Schinder, excoriator, écorcheur, scorticatore, flayer, rotwälsch Cavaller, Cafäller, Cafaller, — woher auch der im Deutschen seit dem 17. Jahrhundert auftauchende Ausdruck „Kafeller" oder „Kafiller" stammt

Uebrigens lehnt sich dies Wort auch an den gleichbedeutenden niederdeutschen Ausdruck „feller, filler, viller“ an, der seinerseits mit dem bayerischen Worte „das Gefill“ = „Recht des Abdeckers auf das gefallene Vieh“ zusammenhängt.

Von sonstigen Namen des Abdeckers seien hier noch erwähnt:

Der sich leicht aus der Thätigkeit erklärende Ausdruck „Fallmeister“ und der an ihn sich anlehnende „Schelm“, insofern als dies Wort, auch „schälm, schalm, schölm“ geschrieben, eigentlich im Mittelalter den jetzt völlig vergessenen Begriff „Aas“, „Cadaver“ hatte.

Eine ähnliche Doppelbedeutung wie jetzt „Schelm“ hat auch das englische Wort „knacker“, das eigentlich von dem deutschen „knacken, aufknacken“ herkommt und im Englischen nebenbei noch einen „Spielzeugmacher, Spaßmacher“ bedeutet.

Der Ausdruck „Wasenmeister“ für den auf dem Wasenplatze, d. h. dem Abdeckereiplatz, Schindanger, Aasplatz, der Fallmeisterei Thätigen kommt her vom mitteldeutschen Wort „wasen“, althochdeutsch waso, wallonisch wazon, französisch gazon, mittellateinisch guaso, also von dem Rasen, dem Anger, auf dem das Vieh abgehäutet wurde. Gleichbedeutend hiermit ist der Ausdruck „Feldmeisterei“.

Da der Abdecker im Mittelalter der Großknecht des Henkers war, so führt er auch den diesem zukommenden Namen „Scharfrichter“ und in Hamburg „Frohn“ [2].

Eigentlich bedeutet dies aus „Frohnbote“ zusammengezogene Wort den vrône bote, d. h. heiligen, unverletzlichen Boten, nämlich den Gerichtsdiener, dem die Ausführung der vom Gericht verordneten Leibesstrafen, einschließlich der Vollstreckung der Todesurteile, oblag.

Endlich bezieht sich die Bezeichnung „Freimann“ auf die dem Abdecker früher gewährte Steuerfreiheit.

II. Gesetzgebung.

Infolge des Eingreifens in die verschiedenartigsten Gebiete ist die Gesetzgebung, bezüglich deren wir uns im allgemeinen auf Deutschland beschränken und auch Oesterreich nur kurz behandeln können, sehr reichhaltig. — Dazu kommt die durch Sonderbestimmungen für einzelne Gegenden und Ortschaften verschiedene Regelung der verwickelten Fragen.

1. Deutschland.

a) Sondergesetze für Abdecker.

Die Wichtigkeit einer Beseitigung der tierischen Abfälle war bereits im Mittelalter erkannt und den Abdeckern übertragen. Um sie für das Ekelhafte ihrer Thätigkeit, sowie die ihnen anhaftende „Unehrlichkeit“ zu entschädigen, waren ihnen in Deutschland eine große Anzahl von Rechten und Privilegien erteilt. Letztere waren z. T. persönliche, z. T. reale, mit dem Abdeckereigrundstücke verbundene, bisweilen auf sie im Grundbuche eingetragene Gerechtsame.

Sie wurden oftmals erneuert oder wieder bestätigt. So wurden in Preußen [3] den 18. Mai 1667, den 23. Mai 1682, den 22. April 1689,

den 11. Februar 1704, den 12. November 1707, den 30. Juni 1721 und den 29. April 1772 derartige Edikte erlassen. Im letztgenannten war u. a. folgendes bestimmt:

„Jedermann ist schuldig, das außer der Viehseuche abgestandene, auch beim Schlachten unrein befundene Vieh (Schafe ausgenommen) dem Scharfrichter oder Abdecker des Distriktes sofort . . . . anzusagen; wie denn auch erweislich rotzige und ganz incurable Pferde nicht verkaufet, vertauschet oder verschenket, in Gleichen die zur ferneren Arbeit gänzlich untüchtig gewordenen Pferde . . . . an den Scharfrichter und Abdecker des Distriktes abgeliefert werden müssen . . . . . .“

Diese sogen. *Bannrechte* der Abdecker sind zwar seit Erlaß des *Deutschen Bundesgesetzes vom 17. März* 1868, betreffend die Aufhebung und Ablösung bisher bestehender ausschließlicher Gewerbeberechtigungen, ablösbar und thatsächlich auch an verschiedenen Orten abgelöst worden. — Aber oftmals sind die zu zahlenden Abfindungssummen (in Cassel z. B. 100 000 Mark [4]) so hoch, daß aus Geldgründen die Ablösung unausführbar wird.

Dann gelten aber die alten Privilegien und auch das vorerwähnte Edikt vom 29. April 1772 in voller Kraft.

Dies wurde ausdrücklich vom preußischen *Oberverwaltungsgerichte* (III. Strafsenat) in seinem *Erkenntnis vom 8. Oktober* 1891 (No. III, 740) [5] anerkannt. Dasselbe erklärte ferner, daß

unter unrein befundenem Vieh auch „*trichinöses*“ zu verstehen sei. Es wurde ferner durch das Erkenntnis eine polizeiliche Verfügung als gesetzwidrig aufgehoben, durch welche einem Fleischer untersagt war, ein trichinöses Fleisch dem Abdecker, dem ein Zwangsrecht auf das in seinem Distrikt beim Schlachten unrein befundene große und kleine Vieh zustand, auszuliefern. Zugleich wurde ausgesprochen, daß das Publikandum vom 29. April 1772 noch zu Recht bestände, und daß der Anspruch des Abdeckers auf Ablieferung des unreinen Viehes *nicht* lediglich privatrechtlicher Natur sei; denn bei Anlage von Abdeckereien und ihrer Ausstattung mit Privilegien unter Begründung von Zwangsrechten sei neben anderem das Ziel verfolgt, durch die unter Kontrolle der Behörden gestellte Fortschaffung der gefallenen und beim Schlachten unrein befundenen Tiere die Gesundheitsgefahr zu mindern und die Landbewohner vor Epidemien zu schützen [5].

Ebenso bestehen auch die sonstigen in den Privilegien den Abdeckern vorgeschriebenen Bedingungen, welche natürlich, da sie Jahrhunderte alt sind, den gegenwärtigen Anforderungen nur zum Teil entsprechen, zu Recht. — Hierbei kommen die — allerdings bei anderen Gewerbebetrieben ergangenen — *preußischen Oberverwaltungsgerichtserkenntnisse vom 29. Oktober 1883 und 17. September 1891* in Betracht, nach denen dem Inhaber einer genehmigten Anlage keine anderen als die in die Genehmigungsurkunde aufgenommenen Bedingungen auferlegt werden können.

Nichtsdestoweniger können grobe Mißstände im Betriebe einer Abdeckerei, z. B. der in ihnen sich entwickelnde *Gestank*, auf Grund der *allgemeinen* Polizeigesetze beseitigt werden.

In *Preußen* bietet hierzu neben dem Polizeigesetze vom 11. März 1850 und dem Zuständigkeitsgesetze vom 1. August 1883 der § 10 T. II. Tit. 17 des Allg. Preußischen Landrechtes eine Handhabe.

Auf Grund dieser Bestimmungen wurde z. B. in Cöslin dem Abdecker, der die Abdeckereiberechtigung von den Erben des früheren privilegierten Scharfrichtereibesitzers gepachtet hatte, von der Polizeiverwaltung unter Androhung einer Geldstrafe bis zu 60 Mark für jeden Uebertretungsfall untersagt, in seiner Wohnung, sowie in dem Schuppen Tierkadaver abzulagern oder auszukochen. Dies Verbot wurde sowohl vom Bezirks-Ausschuß wie vom preußischen Oberverwaltungsgericht und zwar durch dessen III. Strafsenat vom 3. Dezember 1888 [6] aufrecht erhalten.

b) Allgemeine Gesetze über Tierbeseitigung.

α) Deutsche Reichsgesetze [7–10].

Abgesehen von diesen Sonderbestimmungen sind folgende gesetzliche Bestimmungen in Deutschland von größerer Wichtigkeit für die hier in Frage kommenden Verhältnisse.

1) Die §§ 328 und 367 [7] des Reichsstrafgesetzbuches.

Im erstgenannten Paragraphen ist die Verletzung der Absperrungs- und Aufsichtsmaßregeln bei Viehseuchen, im zweiten das Feilhalten und der Verkauf verfälschter oder verdorbener Nahrungsmittel, insbesondere trichinenhaltigen Fleisches unter Strafe gestellt.

2) Der § 16 und die §§ 17, 18, 24 und 25 der Reichsgewerbeordnung vom 21. Juni 1869.

In denselben sind diejenigen Anlagen aufgeführt, deren Betrieb für die Anwohner wie das Publikum überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen in sich schließen kann, und für die deshalb die Genehmigung der Verwaltungsbehörden erforderlich ist. Unter diesen Anlagen befinden sich u. a. Abdeckereien und die ihnen nahestehenden Betriebe wie Leim-, Thran- und Seifensiedereien, Knochenbrennereien, Knochendarren, Knochenkochereien und Knochenbleichen, Zubereitungsanstalten für Tierhaare, Poudrette- und Düngerfabriken.

3) Die Bestimmungen des Reichsgesetzes über die Rinderpest vom 7. April 1869 und des Viehseuchengesetzes vom 23. Juni 1880 nebst ihren Ausführungsinstruktionen vom 21. Mai 1878 bez. 12./24. Februar 1881.

Hiernach müssen alle von der Rinderpest, Milzbrand, Wildseuche, Tollwut und Rotz befallenen oder dieser Krankheit verdächtigen Tiere getötet und nebst ihren Abgängen sowie davon beschmutzten Gegenständen — ebenso wie die an diesen Seuchen umgestandenen Tiere unschädlich beseitigt werden.

Auch dürfen keinerlei Tierteile technisch verwertet werden.

Bei der Rinderpest darf das Fleisch der noch nicht erkrankten Tiere verwertet, aber erst nach dem Erkalten abgefahren werden, die Häute erst, nachdem sie 3 Tage in Kalkmilch gelegen haben.

Die thatsächlich kranken Tiere müssen getötet und entfernt von Wegen und Gehöften in tiefen Gruben, in denen sie mit 2 m Erde bedeckt sind, verscharrt werden. — Die Verscharrungsplätze sind zu umzäunen und später mit schnell wachsenden und tiefe Wurzeln treibenden Pflanzen zu bepflanzen.

Beim Milzbrand und der Wildseuche müssen die Kadaver vergraben werden, nachdem die Haut durch Zerschneiden unbrauchbar gemacht ist und die Kadaver mit roher Karbolsäure, Teer oder Petroleum begossen worden sind.

Zur Vergrabung sind solche Stellen auszuwählen, welche von Pferden, Wiederkäuern und Schweinen nicht betreten werden, und an welchen Viehfutter weder geworben, noch vorübergehend aufbewahrt wird.

Die Gruben sind von Gebäuden mindestens 30 m, von Wegen und Gewässern mindestens 3 m entfernt und so anzulegen, daß die Oberfläche der Kadaver von einer unterhalb des Randes der Grube mindestens 1 m starken Erdschicht bedeckt wird.

Bei Tollwut dürfen die von tollen Tieren gebissenen Schlachttiere nach Ausschneidung der Bißstellen genossen werden. — Diese aber wie die getöteten Hunde und Katzen müssen verscharrt werden.

Beim Rotz (Wurm) muß die Tötung der rotzkranken Pferde (Esel, Maultiere) an abgelegenen oder anderen, von der Polizei bestimmten Orten erfolgen, beim Transport eine Berührung der kranken Tiere mit gesunden vermieden werden.

Die Kadaver sind durch Anwendung hoher Hitzegrade (Kochen bis zum Zerfall der Weichteile, trockene Destillation, Verbrennen) oder sonst auf chemischem Wege sofort unschädlich zu beseitigen.

Eventuell sind die Häute durch Zerschneiden unbrauchbar zu machen und die Kadaver in so tiefen Gruben zu verscharren, daß sie 1 m tief mit Erde bedeckt sind.

4) Das Reichsgesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, vom 14. Mai 1879, nebst seiner die Frage der Untersuchungskosten betreffenden Ergänzung vom 29. Juni 1887.

β) Deutsche Landesgesetze.

Von den deutschen Landesgesetzen seien hier zunächst die zahlreichen Gesetze und Verfügungen hervorgehoben, durch welche die Entschädigung für das auf Grund der Reichsgesetze beseitigte, bez. das an Seuchen verendete Vieh geregelt ist[7]. Ein näheres Eingehen auf diese Bestimmungen liegt indessen außerhalb der hygienischen Zwecke.

Ferner wurden in verschiedenen Bundesstaaten Ausführungsgesetze und Bestimmungen zum Viehseuchengesetze erlassen, z. B. in Preußen am 12. März 1881, in Bayern am 21. März 1881.

Im übrigen sind indessen die einzelnen Landesgesetze und örtlichen Bestimmungen durch die Gesetze vom 17. Mai 1868 und 21. Juli 1869 keineswegs aufgehoben.

Weiter zerfallen die Staaten in zwei Gruppen, insofern sie noch privilegierte Abdecker besitzen oder nicht. Dieselben bestehen nicht mehr in Württemberg, Sachsen, Hessen, Oldenburg (seit dem 19. Febr. 1859), Braunschweig (seit dem 1. Januar 1865), Schwarzburg-Sondershausen, Reuß j. L., Sachsen-Coburg-Gotha und Sachsen-Meiningen.

Hiervon haben aber in Württemberg, Baden und Hessen die Gemeinden bestimmte Personen anzustellen; auch in Sachsen-Altenburg ist die Abdeckerei ein personelles Konzessionsgewerbe.

Abdecker mit alten, aus früheren Jahrhunderten stammenden Realberechtigungen giebt es z. B. noch in zahlreichen Gegenden von

Preußen — in vielen sind die Berechtigungen abgelöst, — ferner in Bayern, Elsaß-Lothringen u. a.

Im einzelnen sei noch folgendes angeführt:

Preußen.

Hier kommen in Betracht:

1) Die bereits erwähnten allgemeinen Polizeigesetze: das Polizeiverordnungsgesetz vom 11. März 1850, das Kreisordnungsgesetz vom 13. Dezember 1872, das Zuständigkeitsgesetz vom 1. August 1883.

2) die von den Ministern für Handel und Gewerbe sowie für öffentliche Arbeiten am 14. April 1875 erlassene technische Anleitung zur Wahrnehmung der den Kreisausschüssen durch § 135 Nr. 1 der Kreisordnung vom 13. Dezember 1872 hinsichtlich der Genehmigung gewerblicher Anlagen übertragenen Zuständigkeiten nach den Vorschlägen der technischen Deputation für Gewerbe.

Aus dieser seien aus dem Teil II hervorgehoben die Abschnitte 26 und 27. Diese lauten:

26. Abdeckereien.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß der Betrieb von Abdeckereien Uebelstände durch Verbreitung übelriechender Dünste hervorbringt. Uebelriechende Dünste entstehen beim Zerlegen der Tierkadaver, beim Trocknen der Felle, der Flechsen und anderer Teile der Tierkörper entwickeln sich aus den Gruben, in welchen Tierkadaver verscharrt wurden, namentlich wenn dieselben nicht genügend tief angelegt worden sind. Da bisher keine zur Beseitigung dieser Uebelstände geeigneten Mittel existieren, so müssen Abdeckereien in möglichst entlegene Gegenden verwiesen werden. Bei der Beurteilung der Zulässigkeit einer solchen Anlage kommt es namentlich auf die Entfernung der nächsten Wohnhäuser und der in der Umgegend vorhandenen Wege an. Oeffentliche Verkehrsstraßen dürfen in nicht zu geringem Abstande vorhanden sein, weil die Passanten durch üble Gerüche belästigt werden, auch die Pferde leicht vor dem Aasgeruche scheuen.

Ueber die einzuhaltenden Entfernungen lassen sich allgemeine Bestimmungen deshalb nicht vorschreiben, weil hierbei vorwiegend die lokalen Verhältnisse, die Beschaffenheit des Terrains, die vorherrschenden Windrichtungen etc. in Betracht kommen resp. bezüglich der Zulässigkeit derartiger Anlagen entscheidend sind.

Um den Arbeitsplatz möglichst abzugrenzen, auch die Betriebsoperation den Augen der Passanten thunlichst zu entziehen, ist es zweckmäßig, den Arbeitsplatz mit einer mindestens 2,5 m hohen, dichten Umfriedigung (Wand- und Bretterzaun) zu umgeben. Außerdem empfiehlt sich eine Umpflanzung dieser Umfriedigung mit einer Hecke.

27. Poudrette- und Düngpulverfabriken.

Dieser Gewerbebetrieb verursacht erhebliche Belästigungen, wenn in den Anstalten Latrinenstoffe oder tierische Abfälle, als Blut, Fleisch etc. verarbeitet werden. Da bisher keine Mittel bekannt geworden sind, durch welche die bei diesem Betriebe hervortretenden, in der Verbreitung höchst übelriechender Dünste beruhenden Uebelstände beseitigt werden, so müssen solche Anlagen

(wie auch die Abdeckereien) in möglichst abgelegene Gegenden verwiesen werden.

Zu den Düngepulvern gehören auch gewisse chemische Präparate, wie Superphosphat, Düngesalze etc. Anstalten, welche derartige Produkte herstellen, gehören zu den chemischen Fabriken, für deren Konzessionierung die Bezirksregierung zuständig ist.

3) Das Gesetz betreffend die Errichtung öffentlicher ausschließlich zu benutzender Schlachthäuser vom 18. März 1868.

In demselben sind wichtige Bestimmungen besonders insofern getroffen, als es hierdurch den Gemeinden ermöglicht ist, das heimliche Schlachten kranker, zu Nahrungszwecken nicht zuzulassender Tiere zu verhüten, bez. deren Vernichtung durch die Abdeckerei oder dessen technische Verwertung zu überwachen.

Im Anschluß an dies Gesetz sind zahlreiche Polizei- und Gemeindeverordnungen erlassen worden.

4) Polizeiverordnungen betreffend das Abdeckereigewerbe, bez. die Beseitigung von Tierkadavern. Solche wurden z. B. erlassen für das ehemalige Kurfürstentum Hessen am 26. Mai 1824, für die Regierungsbezirke Königsberg am 3. April 1820, Stade am 26. Juli 1844, Potsdam am 5. März 1861, den Stadtkreis Berlin am 28. September 1876, den Regierungsbezirk Minden am 28. September 1885 und 19. Februar 1886, Oppeln am 6. März 1883, Magdeburg am 3. November 1892.

Letztere schreibt u. a. vor[11]: bestimmte, verschlossene, undurchlässige Kastenwagen zur Abholung, die nachher desinfiziert werden müssen. Hunde dürfen dabei nicht mitkommen.

Die Abhäutungsstellen müssen cementiert oder asphaltiert, zum Fettausschmelzen Kesselanlagen da sein. — Das Zerstückeln und Zerkochen von Seuchenkadavern, das in Digestoren zu bewirken ist, darf nur unter polizeilicher Aufsicht geschehen. Ihr Dünger muß mit Gips vermischt werden.

Weichteile und Dung darf zur Düngung nur nach erfolgter Desinfektion verkauft werden; ist diese Verwendung ausgeschlossen, so muß er vergraben werden.

Das Halten und Mästen von Tieren mit Kadaverteilen, um sie zu verkaufen, ist verboten.

Genaue Führung von Kontrollbüchern ist vorgeschrieben, die der Kreistierarzt zu revidieren hat, u. a. m.

Von besonderer Wichtigkeit ist auch der Runderlaß der Minister für Handel und Gewerbe, der geistlichen pp. Angelegenheiten und des Innern vom 2. Juni 1888, der zunächst an den Oberpräsidenten von Westfalen gerichtet war.

Hiernach dürfen die Abdecker das Fleisch der von ihnen geschlachteten Pferde ohne weiteres nicht zum menschlichen Genusse verkaufen.

Die zur Schlachtung bestimmten Pferde und ebenso nachher ihre Kadaver müssen vom Tierarzt besichtigt werden. Dieser bestimmt, was zum Genusse zuzulassen ist.

Bayern.

Hier kommt außer den bereits erwähnten Gesetzen noch in Betracht:

1) Der § 71 des Polizeistrafgesetzbuches vom 26. Dezember 1871,

auf Grund dessen in verschiedenen Gegenden die Verscharrung von Kadavern nur auf den Wasenplätzen gestattet und ihre vorherige Ansagung an den Wasenmeister vorgeschrieben ist.

Fleischverkauf und Viehmästung sind demselben verboten.

2) Die oberpolizeiliche Vorschrift vom 12. Mai 1875 [12] betr. das Wegschaffen etc. gefallener und getöteter Tiere.

3) Die oberpolizeiliche Vorschrift vom 28. April 1875 [12], die beim Ausbruche des Milzbrandes in den bayerischen Alpen die obligatorische Verbrennung der Kadaver und tierischen Abfälle (Blut, Dünger, Streu) vorschlägt. — Nur im Notfalle ist 9 dm tiefes Vergraben gestattet.

4) Eine Verfügung der bayerischen Regierung von Schwaben und Neuburg vom 5. Juni 1881 [13] weist die Bezirksämter an, die Gemeinden zur Herstellung von Verscharrungsplätzen für Tierleichen unter Beachtung der Bestimmungen des § 5 der oberpolizeilichen Vorschriften vom 12. Mai 1875 zu veranlassen.

5) Verfügungen der Kreisregierungen betreffend die Fleischschau. Solche wurden erlassen für Schwaben und Neuburg am 10. Januar 1857, für die Pfalz am 20. August 1869 [14].

Sachsen.

Hier herrscht völlige Freiheit [15] betreffs Verwertung der Kadaver. Ein Bedürfnis nach Wiederherstellung des Abdeckereizwanges hat sich im allgemeinen nicht gezeigt; wohl aber fehlte es bisweilen gelegentlich der Rinderpest an nötigem Personale.

Ein Ministerialerlaß vom 16. Januar 1890 wies hier auf die Gefahren hin, die tuberkulöse Teile bringen können, wenn sie vergraben oder auf Düngerhaufen geworfen würden, und empfahl ihre Vernichtung durch Feuer oder Chemikalien.

In gleichem Sinne spricht sich der Ministerialerlaß vom 23. März 1891 bezüglich der Milzbrandkadaver aus. Ihr Transport nach Abdeckereien darf aber nur in völlig undurchlässigen Transportwagen und nur dann erfolgen, wenn jene nach Ansicht des Bezirksarztes mit den nötigen Einrichtungen zum Kochen oder Verbrennen versehen seien. Anderenfalls seien die Kadaver am Krankheitsorte zu vergraben.

Ferner besteht hier für Notschlachtungen die Bestimmung, daß hierzu die polizeiliche Genehmigung einzuholen ist [16].

Württemberg.

Hier ist, abgesehen von Baden, die Abdeckereiangelegenheit am besten in Deutschland geregelt.

Die betreffende Ministerialverfügung vom 21. August 1879 schreibt in dieser Beziehung etwa folgendes vor:

Im § 2 heißt es: Von dem Umstehen oder der beabsichtigten Beseitigung abgängiger Pferde, Esel, Rindviehstücke, Ziegen, Schafe und Schweine sind die Eigentümer verpflichtet, der Ortspolizei alsbald Anzeige zu machen, wenn

sie die Tierleichen verscharren oder ganz oder teilweise veräußern wollen. Im § 4: Das Abledern und Verscharren der an keiner ansteckenden Krankheit gefallenen Tiere kann auf dem Grunde der Eigentümer stattfinden.

§ 7. Bei ansteckenden Krankheiten muß die Beseitigung unter polizeilicher Aufsicht geschehen.

§ 9. Bei Milzbrand und Wut sind die Kadaver mit Fell zu verscharren.

§ 10. Bei Rotz ist das Abledern gestattet. (Das Reichsviehseuchengesetz verbietet dies.)

§ 21. Insoweit der Eigentümer seine gefallenen oder getöteten Tiere selbst zu verwenden oder vorschriftsmäßig zu beseitigen nicht imstande ist, tritt die polizeiliche Fürsorge der Gemeinde ein. Zu diesem Zwecke hat sie dafür zu sorgen, daß für den allgemeinen Gebrauch der Gemeinde ein Wasenplatz mit den erforderlichen Einrichtungen — Abdeckerei — zur Verfügung steht. (Es ist hier also der Wasenplatz obligatorisch. Verf.)

§ 23. Das Oberamt erkennt über die Einrichtung der Wasenplätze nach der deutschen Gewerbeordnung.

§ 24. Die Besorgung der Wasenplätze liegt zu verpflichtenden Personen (Wasenmeister) ob. . . Er muß die erforderliche Tüchtichkeit haben. (Die Wasenmeister werden in Eid genommen und sind Diener der Gemeinde.)

§ 26. Die Gebühren sind von der Ortsbehörde festzustellen.

In betreff der Fleischschau besteht eine Verfügung des Ministeriums des Inneren vom 14. März 1860.

Baden.

Hier waren zuerst die Abdeckereiverhältnisse in einer den gegenwärtigen Ansprüchen der Hygiene entsprechenden Weise geordnet.

Die Verordnung vom 17. August 1865, betreffend die Behandlung gefallener oder auf polizeiliche Anordnung getötete Tiere,

schreibt einmal den Besitzern die Pflicht der Vergrabung von Tierkadavern binnen 24 Stunden vor; ferner hat jede Gemeinde für sich oder mit anderen gemeinschaftlich für einen Wasenplatz und das nötige Abdeckereipersonal zu sorgen. Letzteres ist zu verpflichten und hat veterinärpolizeiliche Uebertretungen anzuzeigen.

Hierzu erging die allgemeine Dienstanweisung für die Abdecker vom 21. August 1865.

Nach derselben hat der Abdecker auf Verlangen die zu beseitigenden Tiere — in der Regel bei Nacht — abzuholen. Nach Uebereinkunft mit dem Besitzer kann der Abdecker dieselben technisch oder ökonomisch ausnützen.

Die Beseitigung des öffentlich konfiszierten Fleisches liegt dem Abdecker ob, der ferner bei ansteckenden Krankheiten dem Bezirkstierarzt Anzeige zu erstatten hat.

Ueber die angebrachten Tiere, Ursache ihres Todes u. dergl. hat er genaue Listen zu führen.

Die Fleischschau regelt der Erlaß des Großherzoglich badischen Ministeriums des Innern vom 17. August 1865.

Hessen.

Hier sind durch die Ministerialverfügung vom 21. März 1881 ganz ähnliche Bestimmungen über das Abdeckereiwesen wie in Württemberg und Baden getroffen.

Elsaß[17].

Im Oberelsaß existierten bis zur französischen Revolution Wasenmeister, die nachher aber ausgestorben sind.

Im Unterelsaß existieren zwar noch Wasenplätze, doch pflegen hier meist die Kadaver von den Besitzern selbst beseitigt zu werden.

2. Oesterreichische Gesetze[18–20].

Hier seien nur folgende erwähnt:

Die § 399—402 des österreichischen Strafgesetzes, welche Strafbestimmungen bezüglich Uebertretung der Bestimmungen wegen der Viehseuchen enthalten. — Insbesondere werden dort unter Strafe gestellt (§ 401 b) diejenigen,

welche bei herrschender Viehseuche heimlich oder öffentlich krankes Vieh, Fleisch, Milch, Butter, Häute, Unschlitt oder was immer für andere Teile des Rindviehes, sei es nun von gesunden oder kranken, von geschlachteten oder gefallenen Stücken, aus verdächtigen Orten einkaufen, einschwärzen und in nicht angesteckte Ortschaften zum Verkauf oder eigenen Verbrauch einführen. . . . . .

Das Gesetz vom 29. Februar 1880, Nr. 35 R.-G.-B., betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten.

Dasselbe giebt in § 12 Anweisung über Beschau des Schlacht- und Stechviehes, in § 16 über Anzeigeverpflichtung und bestimmt rücksichtlich der hier in Betracht kommenden Verhältnisse im Einzelnen:

a) (§ 26.) Bei Maul- und Klauenseuche hängt die Zulässigkeit der Schlachtung kranker Tiere vom Gutachten des Tierarztes ab.

Von den zur Schlachtung zugelassenen Tieren sind die kranken Teile zu vertilgen.

b) (§ 27.) Bei Milzbrand sind die nach dem Gutachten des abgeordneten Tierarztes kranken und seuchenverdächtigen Tiere vollständig zu beseitigen, eine Verwertung einzelner Bestandteile ist unzulässig.

c) (§ 28.) Bei Lungenseuche sind von den vom Tierarzte zum Schlachten zugelassenen Tieren die Lungen, sowie die Kadaver der an der Lungenseuche gefallenen und der geschlachteten kranken, zum Genuß nicht geeigneten Tiere unschädlich zu beseitigen.

d) Wutkranke Tiere dürfen nicht geschlachtet werden. Jeder Verbrauch oder Verkauf einzelner Teile derselben und ihrer Produkte ist verboten.

Nach den Ausführungsbestimmungen müssen die Kadaver auf den Wasenplätzen so tief verscharrt werden, daß eine 5 Fuß hohe Erdschicht auf sie kommt; außerdem muß dort das Reinigen der Häute,

Hörner, Entfleischen der Knochen und Ausschmelzen des Fettes vorgenommen werden.

Jede Gemeinde ist ferner zur Errichtung und Unterhaltung eines besonderen „Aasplatzes“ gesetzlich verpflichtet.

Eingehende Bestimmungen über Beseitigung der Tiere u. dergl. werden den einzelnen Abdeckern ferner in den Konzessionen auferlegt, deren sie zum Gewerbebetriebe bedürfen.

Erlasse vom 30. Januar und 10. November 1866 ordnen ferner die Vertilgung aller trichinös befundenen Schweine durch Feuer oder Uebergießen mit Schwefel- bez. Salzsäure an und verbieten den Abdeckern Schweine zu halten, damit hierdurch nicht die Trichinose weiterverbreitet werde.

Von besonderer Wichtigkeit sind ferner die in den verschiedenen Landesteilen erlassenen Vieh- und Fleischbeschauordnungen.

Von Sonderbestimmungen einzelner Landesteile seien erwähnt:

Die mährische Regierungsverordnung vom 3. Oktober 1795, die den Verkauf toter und verdorbener Fische verbietet;

das Regierungsdekret vom 22. Mai 1806, durch das der Verkauf des Fleisches gefallener Pferde oder anderer Aeser untersagt wird;

die Regierungsverordnung vom 14. Dezember 1818, Z. 39457, durch welche die Ablieferung des Fleisches von seiten der Wasenmeister — auch für die Menagerie in Schönbrunn — verboten wird;

der niederösterreichische Statthaltereierlaß vom 20. April 1854 Z. 14256. Aus ihm sei besonders hervorgehoben:

5) Als Krankheiten der Pferde, bei welchen der Fleischgenuß unbedingt zu verbieten ist, werden bezeichnet:

a) der Rotz,
b) der Wurm,
c) alle Drüsenkrankheiten, gutartige, bedenkliche und verdächtige Drüsen,
d) Chankerseuche,
e) alle jene Pferdekrankheiten, welche Veränderungen in den Eingeweiden hervorbringen,
f) Typhus,
g) Milzbrand,
h) Kolik und Ruhr,
i) Starrkrampf und die Wut,
k) Pferde mit alten, eiternden äußeren Wunden, mit Geschwüren selbst an den Hufen,
l) hoher Grad von Abmageruug, da auch in diesem Falle das Fleisch weniger nährend und schädlich ist.

Pferde mit chronischem, fieberlosem Koller und mit Dampf (gleichfalls als chronische, fieberlose Atmungsbeschwerde) können zum Genusse zugelassen werden.

III. Ausübung des Abdeckereigewerbes.

Die Art und Weise, in der gegenwärtig die Beseitigung der Tierkadaver geschieht, ist verschieden, je nachdem sie durch die Vieh-

besitzer selbst oder durch Abdecker in besonderen Abdeckereien erfolgt. Bei diesen ist es von Bedeutung, ob sie einfach (ländlich), oder ob sie mit besonderen den Forderungen der Gegenwart entsprechenden Vorrichtungen ausgestattet sind.

1. Die Selbstabdeckerei durch die Viehbesitzer [22].

Die Selbstabdeckerei durch die Viehbesitzer ist in der Regel mit den größten gesundheitlichen Mißständen verbunden.

Sie findet rechtlich da statt, wo Abdecker nicht bestehen oder keine besonderen Gerechtsame ausüben; ferner unrechtmäßigerweise da, wo zwar Abdecker vorhanden, ihre Bezirke aber so groß sind, daß jene nur mit Mühe zu erreichen sind.

Am günstigsten ist es noch, wenn dann, wie z. B. im Elsaß, die Gemeinde wenigstens noch einen besonderen Wasenplatz oder Schindanger besitzt und nur dort die Verscharrungen vornimmt. Dann ist wenigstens die Gefahr ausgeschlossen, daß der Platz zum Weidegang benutzt wird und so zur Weiterverbreitung von Seuchen dienen kann.

Leider werden aber trotzdem die Tierkadaver wie beim Mangel von Wasenplätzen irgendwo vergraben, meist nicht allzu weit von dem Orte ihres Todes.

Bei Rinderpest ist im deutschen Gesetze vom 7. April 1869, bez. der Instruktion vom 21. Mai 1878 dies ja für die kranken und gefallenen Tiere, um deren Transport zu verhüten, direkt vorgeschrieben.

Dies Verfahren ist auch ganz zweckmäßig. Besonders wenn hierbei, wie bei der Verscharrung sonstiger an Tierseuchen verendeter Tiere, unter Aufsicht der beamteten Tierärzte alle Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden, so wird im allgemeinen hygienischen Anforderungen genügt werden.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen erlauben sich indessen, zumal in kleinen Ortschaften und auf dem flachen Lande, viele Viehbesitzer fast gewohnheitsmäßig die größten Willkürlichkeiten, unbekümmert um die in gesundheitlichen Dingen oft recht gleichgiltigen und auch teilweise der nötigen Autorität in diesen Dingen ermangelnden unteren Aufsichtsbehörden. Selbst wenn diese den besten Willen haben, setzen sich der Durchführung gesundheitlicher Maßnahmen solche Schwierigkeiten entgegen, daß ihre Kraft bald erlahmt oder nicht ausreicht.

Wenn irgend möglich, wird das kranke Vieh noch kurz vor dem Verenden abgestochen, eventuell auch erst nachher abgeschlachtet, um noch als Schlachtvieh verwendet zu werden. Hierbei helfen die sog. Kaltschlächter, auch „Katzen"- oder „Polkaschlächter" genannt, die dann das an Ort und Stelle zerlegte Stück Vieh — meist zur Nachtzeit — zur nächsten Stadt schaffen und dort teils unmittelbar, teils in Würsten zur Stadt bringen. Hiervon wird weiter unten zu sprechen sein.

Bisweilen verkauft auch der Viehbesitzer das Fleisch des notgeschlachteten Tieres an Ort und Stelle — meist zu erheblich niedrigerem Preise — und findet zumal unter den ärmeren Leuten hierfür willige Abnehmer.

Ein derartiges Vorgehen hat in zahlreichen Fällen zu recht erheblichen Krankheiten geführt, die unter dem Namen der Wurstvergiftung (Botulismus), der Fleischvergiftung, intestinalen

Mykose, der intestinalen Sepsis und des intestinalen Milzbrandes bekannt sind und eine eigene reichhaltige Litteratur hervorgerufen haben.

Eingehendere Schilderungen sind, abgesehen von einer früheren Arbeit des Verfassers[1], in einem Aufsatze Bollinger's „Ueber Fleischvergiftung, intestinale Sepsis und Abdominaltyphus“[23] enthalten.

Nicht selten haben sich umfangreiche Epidemien an den Genuß derartigen Fleisches angeschlossen. Besonders geschah dies bei Gelegenheit von Massenzusammenkünften, Volksfesten u. dergl., wo meist keine große Auswahl an Speisen vorhanden war und das Dargebotene ohne langes Bedenken verzehrt wurde. — Am bekanntesten waren die Massenerkrankungen, die sich an die am 10. Juni 1839 in Andelfingen und am 30. Mai 1878 in Kloten in der Schweiz abgehaltenen Volksfeste anschlossen. Nach jenem erkrankten 444, nach diesem 657 Personen[24] Nächstdem waren die ausgedehntesten Epidemien in Middelburg (Holland) 1874 (349 Erkrankungen), in Nordhausen 1876 (300—400 Kranke), in Wurzen 1877 (206 Kranke) und in Chemnitz 1879 (243 Kranke) beobachtet[16]. Kleinere Epidemien, über die Bollinger[23] berichtet, ereigneten sich ferner in Fluntern bei Bregenz, Grießbeckerzell, Sonthofen, Lahn, Garmisch, St. Georgen bei Friedrichshafen (Württemberg), Chemnitz (1886), Lockwitz und Niedersedlitz bei Dresden, Neubodenbach bei Nossen, Weiherschneidbach (Mittelfranken), in Zermann bei Venedig, in Werdau, Biermenstorf, Würenlos.

Neuerdings ist besonders die Fleischvergiftung in Frankenhausen bekannt geworden, welche durch den von Gaertner[25] entdeckten Bacillus enteritidis hervorgerufen worden war.

Hierzu kommen ferner die Trichinose und Bandwurmerkrankung. Von jener giebt Gerlach[14] eine ausführliche, nach Ländern und Provinzen geordnete Zusammenstellung.

Außerdem ist auf die Tuberkulose (Perlsucht) geachtet worden, die gewiß auch durch Fleischgenuß auf den Menschen übertragen werden kann, wenigstens wenn Perlknoten direkt genossen werden; leider dürfte nicht selten mit Perlknoten durchsetztes Fleisch in die Wurst gelangen[26].

Hier kann natürlich nur eine geordnete Fleischbeschau schützen. Da wo öffentliche Schlachthäuser und der Zwang, alle Schlachttiere nur dort zu schlachten, vorhanden sind, werden sich derartige Vorkommnisse am leichtesten verhüten lassen.

Aber es ist auch, wie Hertwig[27] kürzlich mit Recht ausgeführt hat, erforderlich, in kleinen Orten und auf dem flachen Lande durch empirische Fleischbeschauer eine solche ausüben zu lassen. Wenigstens sollte dies bei Notschlachtungen erfolgen, wie es z. B. in Sachsen und im Unterelsaß bereits geschieht.

Kann das Fleisch als Nahrungsmittel nicht verwendet werden, so findet es oft genug in irgend einem Misthaufen ein Unterkommen, der seinerseits nicht selten einen unterirdischen Abfluß nach dem Brunnen des betreffenden Besitzers hat! Selbst bei intelligenten Besitzern findet man die Leichen kleinerer Tiere, wie Hunde, Katzen, Lämmer, Ferkel. und die Trachten mit den ungeborenen Früchten der Schlachttiere auf dem Misthaufen.

Sonst verscharrt man die Tiere auch wohl in der Nähe des Gehöftes, im Garten, auf dem Felde.

Besonders bedenklich ist es auch, wenn die Kadaver irgendwo am

Wege, auf dem Felde liegen bleiben oder in Gräben, Teiche oder sonstige Wasserläufe geworfen werden.

Neben dem Fleische werden andere Tierteile, Fell, Hufen, Knochen, verwertet. Meist verkauft sie der Viehbesitzer an herumziehende Gewerbetreibende. Bis dahin hängen und liegen sie irgendwo herum, alles verpestend. — Rühren diese Teile aber von Tieren, die an Milzbrand, Rotz, Tollwut u. Ae. gelitten haben, her, so können sie zur Weiterverbreitung der Seuchen ebenfalls dienen.

Im erfreulichsten Gegensatze zu dem bisher Geschilderten steht das in den bayerischen Alpen — z. B. bei Beseitigung der Milzbrandkadaver in Lenggries in den bayerischen Alpen — geübte Verbrennen der Kadaver.

Bereits den Uebergang zu den thermochemischen, später zu besprechenden Apparaten bildet eine einfache Vorrichtung, die der bekannte Landwirt Sombart auf Ermesleben zur chemischen Vernichtung von Milzbrandkadavern benutzte [28].

Er nahm einen offenen, geräumigen, starkwandigen Kessel aus Gußeisen, der sich überall leicht aufstellen ließ und kochte hierin die Tiere unter Schwefelsäurezusatz bis zum Zerfall, um sie demnächst als Kompost zu verarbeiten.

Sieht man von diesen beiden letzteren Beseitigungsarten ab, so schließt die Selbstabdeckerei durch die Viehbesitzer, von sonstigen Nachteilen abgesehen, besonders den sehr großen in sich, daß die Aeser an beliebigen Stellen verscharrt und hierdurch Quellen für erneute Erkrankungen bieten können.

Diesem Mißstande suchen die

Wasenplätze,

Luderstätten, Schindanger, Schinderkuhlen abzuhelfen.

Einmal können auf ihnen, ihre ordnungsmäßige Lage und Einrichtung vorausgesetzt, die Tiere ohne Belästigung der Anwohner abgehäutet oder sonst verarbeitet werden. Außerdem dienen sie als Verscharrungsplatz der Abgänge und der Kadaver selbst, der von anderen Tieren nicht betreten wird.

Dies ist besonders beim Milzbrand von praktischer Bedeutung, seitdem die jahrelang dauernde Widerstandsfähigkeit seiner Dauersporen festgestellt ist [29]. — Sie erklärt es, weshalb an gewissen Stellen, besonders in feuchtem, humusreichem Erdboden, immer wieder die dort weidenden Tiere am Milzbrand erkranken, — weil dort Bacillen mit den Ausleerungen der Tiere in den Boden gelangten. Es sei hier nur an die sog. Milzbrandweiden im russischen Gouvernement Nowgorod, am Niederrhein, im badischen Rheinthale, in der Umgegend von Lüttich, Toulouse und in manchen Gegenden der preußischen Provinzen Posen und Schlesien erinnert [30].

Bedenkt man dabei ferner die Versuche Pasteur's, der Schafe mit Milzbrand dadurch infizierte, daß er sie über Gruben weiden ließ, in denen vor 12 Jahren Milzbrandkadaver vergraben waren [29]), so erscheint die Notwendigkeit besonderer Wasenplätze besonders greifbar.

Natürlich müssen diese wenigstens durch hohe Zäune und Hecken für Menschen und Vieh unzugänglich gemacht sein; Getreide darf auf ihnen nicht angebaut werden; sie müssen in bedeutenderen Entfernungen von bewohnten Plätzen, auch in bestimmten Entfernungen von Straßen,

Flüssen und Quellen, und zwar so liegen, daß sie durch ihre ober- wie unterirdischen Abflüsse jene nicht infizieren.

Trotzdem schließen die Wasenplätze, selbst wenn sie diesen Forderungen entsprechen und wirklich benutzt werden, erhebliche Nachteile in sich.

Vor allen Dingen verbreiten diese Plätze, selbst bei ordnungsmäßigem Betriebe, meist einen entsetzlichen Gestank, der noch auf weite Entfernungen wahrzunehmen ist.

Sodann können — wie thatsächlich z. B. 1883/84 im Groß-Strehlitzer Kreise[31] geschehen ist — die verscharrten Kadaver von Menschen wieder ausgegraben und in den Verkehr gebracht werden. Ferner kann dasselbe durch Tiere, z. B. Ratten, Maulwürfe, Füchse, geschehen und hierdurch eine Seuche weitergeschleppt werden. — Auch Regenwürmer können, wie Pasteur[31 32] nachgewiesen hat, Milzbrandsporen aufnehmen und die Krankheit weiterverbreiten. Ganz unberechenbar aber ist der Schaden, den die Insekten (Fliegen, Bremsen) durch Forttragen der Seuchenkeime bewirken können. Wie häufig gerade durch sie Milzbrand übertragen wird, dürfte jedem beschäftigten Arzte bekannt sein. — Eine besondere Rolle haben sie bekanntlich auch bei der Weiterverbreitung des Milzbrandes in Lenggries 1874 gespielt[33].

Wie leicht kann ferner sporenhaltige Erde durch den Wind forttragen werden, wie leicht können die der Fäulnis nach R. Koch's Entdeckungen so erfolgreich Widerstand leistenden Sporen mit dem Grundwasser in Quellen geraten und diese vergiften!

Aus all diesen Gründen wird man mit Bollinger[34] die Wasenplätze immer für einen gesundheitlichen Mißstand halten müssen, sofern die Verscharrung ohne vorhergegangene chemische Zerstörung auf ihnen erfolgt.

2. Die einfachen Abdeckereien ohne besondere Apparate.

In den gewöhnlichen einfachen Abdeckereien auf dem Lande, wie in kleineren und mittleren Städten wird, falls nicht bei Seuchenkadavern anderes vorgeschrieben ist, das Tier abgeledert und die Haut getrocknet. Das Fett wird weggenommen und ausgeschmolzen, das Fleisch wie die Sehnen in Streifen geschnitten, an der Luft getrocknet und als Leimleder an Leimfabriken verkauft. Von den ausgelösten Knochen werden die Röhrenknochen zuweilen an Beinarbeiter abgesetzt und die übrigen Knochen klein zerhackt als Dünger verwendet, oder es werden die Knochen insgesamt zur Leimfabrik verkauft, während die Eingeweide entweder in Gruben (sog. Schwinggruben) geworfen und als Dünger verwendet oder in Komposthaufen gebracht werden[35 36].

Geschieht diese Verarbeitung auf dem innerhalb der bebauten Ortschaften gelegenen Grundstücke des Abdeckers, so kann dieser allerdings leichter erreicht und besser kontrolliert werden, wird aber durch die mit seinem Gewerbebetriebe verbundenen üblen Gerüche eine Quelle andauernder Belästigung für die Umwohner.

Geschieht die Verarbeitung aber vor der Stadt auf dem Wasenplatze, während der Abdecker selbst im Innern der Stadt wohnt, so liegen die Kadaver meist unbewacht, sind daher gegen Berührungen anderer Tiere, ja selbst gegen menschlichen Diebstahl keinesfalls sichergestellt. Wurden doch vor einiger Zeit in Baden sogar noch Fleischteile wieder ausgescharrt und verwertet!

Wohnt der Abdecker auf dem Wasenplatze, so fallen diese Bedenken fort.

Aber es hält dann schwer, dem Abdecker Kadaver oder die Nachrichten zu ihrer Abholung zu überbringen. — Seine polizeiliche Kontrolle ist ungemein erschwert.

Dann kommen wohl gelegentlich Uebergriffe vor, wie solche verschiedentlich laut werden.

Besonders bedenklich ist es, wenn die Abdecker das Fleisch des gefallenen Viehes noch als Nahrungsmittel zu verwerten suchen, da hierdurch leicht schwere Epidemien entstehen[37].

So starben vor einigen Jahrzehnten zahlreiche der kostbaren Tiere des Jardin des plantes in Paris, als der Abdecker zu ihrer Fütterung das Fleisch seuchenkranker Tiere geliefert hatte.

Aehnliche Fälle wurden mehrfach berichtet. So hatte z. B. das zur Fütterung benutzte Fleisch rotziger Tiere 1839 den Löwen in der Alsen'schen Menagerie, später in Dresden einer Löwin, ferner in einem von Martin beobachteten Falle einer Löwin und einem Tiger den Tod gebracht.

Aber ebenso bedenklich ist es, wenn die Abdecker das Fleisch an ihre eigenen Tiere, vorzüglich Hunde und Schweine, verfüttern und diese dann, besonders Schweine, weiterverkaufen. Vorzüglich wurde so die Trichinose verbreitet. Zenker bezeichnet daher „die Wasenmeistereien, in welchen Schweine gezüchtet werden, als die allerraffiniertesten Trichinenschweine-Züchtungsanstalten, die sich nur ausdenken lassen". Wie recht er dabei hat, beweist die große Trichinenepidemie 1865 in Hedersleben, wo die Trichinose von den Schweinen einer Abdeckerei ausgegangen war. Hierbei erkrankten 337 Personen, von denen 101 starben.

Es ist daher außerordentlich zweckmäßig, wenn, wie dies in Oesterreich durch den Staatsministerialerlaß vom 10. Mai 1866 und in Preußen durch verschiedene Polizeiverordnungen geschehen ist, den Abdeckern das Halten von Schweinen überhaupt verboten wird.

Nicht minder gefährlich ist es, wenn das zu vernichtende Fleisch seuchenkranker Tiere den eingefangenen, in der Mehrzahl doch gesunden Hunden, die in der Abdeckerei zeitweilig untergebracht werden, verfüttert wird. Dann würde der dem Einfangen der marken- und maulkorblosen Hunde innewohnende gute Zweck die Quelle einer Weiterverbreitung von Seuchen werden, und der Hundebesitzer bekäme unter Umständen für sein früher gesundes Tier ein auf der Abdeckerei krank gemachtes zurück.

Gelegentlich wird das Fleisch sogar als menschliches Nahrungsmittel in den Handel gebracht, und hier spielen ganz besonders die unreellen Pferdeschlächter, welche häufig mit den Abdeckern unter einer Decke stecken, eine gefährliche Rolle, indem sie jenen rotzige Pferde verkaufen, deren Fleisch dann wegen seines schönen, dunkelroten Aussehens noch besonders gern von unerfahrenen Leuten aufgekauft wird[1].

Sind gar die Abdecker nebenbei, wie gelegentlich vorkommt, Roßschlächter, so dürfte hier die Versuchung zur Verwertung des Fleisches kranker Pferde besonders stark sein. — Es kann daher auch nicht energisch genug auf die Unzulässigkeit derartiger Vorkommnisse hingewiesen werden.

Wie unzuverlässig auch sonst die Abdecker bei Durchführung der

gesetzlichen Vorschriften sind, darüber schreibt der bekannte Tierarzt Dammann:

„Oft genug kommt es vor, daß die Besitzer, wenn sie den Rotz in ihrem Pferdeinventar entdeckt haben, die verdächtigen und kranken Stücke den Abdeckern übermitteln, um den Unbequemlichkeiten zu entgehen, welche nach der Meldung bei der Behörde ihnen bevorstehen, und daß die Abdecker dem unbemerkten Verschwinden dieser Tiere aus dem Verkehre den entsprechenden Vorschub leisten“ [38].

Durch die historische Entwickelung ihrer Stellung erklärt sich ein weiterer der Person außerordentlich vieler Abdecker zu machender Vorwurf; es ist der der Kurpfuscherei. Noch jetzt sind die Abdecker gern als „Ziehmänner“ oder „Gliedereinrenker“ thätig. Auch das als Volksmittel gegen Lungenschwindsucht so beliebte Hundefett ist fast nur durch die Abdecker zu beziehen; wie nahe liegt dabei die Versuchung für diese, auch noch weitere Ratschläge in betreff der Krankenbehandlung zu erteilen! Fast aller Orten giebt es ferner irgend eine alte „Schindersalbe“, ein „Scharfrichtereipflaster“ oder dergleichen alte, durch Generationen fortgeerbte Geheimmittel, deren sich das Publikum mit besonderer Vorliebe bedient. Die Grundsätze der antiseptischen Wundbehandlung stehen dabei in einem eigentümlichen Verhältnis zu dem höchst wenig erfreulichen Zustand, in welchem sich die Abdeckereien selber, wo diese Balsame und Pflaster produziert werden, nicht selten befinden. Denn in sehr vielen Abdeckereien herrscht eine außerordentliche Unreinlichkeit.

Eine Desinfektion wird nicht ausgeübt, falls nicht etwa der beamtete Tierarzt sie überwachen sollte.

Daß die Leichen viel länger als notwendig an der Luft liegen, daß die faulenden Knochen, die trocknenden aufgehängten Häute und Flechsen, daß die beim Auskochen und Leimsieden entstehenden Dämpfe weithin die Luft verpesten und so, selbst wenn sie weit außerhalb der Städte liegen, ein öffentliches Aergernis geben, sind noch geringere Uebel. — Viel schlimmer ist die Sorglosigkeit, mit welcher man manchmal trotz der Seuchengesetze die Abgänge der an Seuchen erkrankten Tiere behandelt. — Da führt dann der Abdecker auf einem offenen Karren das nur mangelhaft oder auch gar nicht bedeckte, vielleicht an Milzbrand umgestandene Vieh fort; Blut und Kot des getöteten Tieres bezeichnen den Weg, den er genommen. Gierig setzen sich eine große Anzahl Fliegen und Bremsen teils auf diese Abgänge, teils auf den Kadaver selbst. Und in wie viel erhöhterem Maßstabe findet dies nicht noch in der Abdeckerei selber statt. — Dabei kann jede dieser Fliegen, wie es z. B. in Lenggries in den bayerischen Alpen beobachtet ist, die Seuche weiterverbreiten [1].

Endlich sei an die schweren Gefahren erinnert, welche durch die gewerbliche Ausnutzung der Häute und Haare verseuchter Tiere entstehen können. Es ist bekannt, wie oft Häute milzbrandiger Tiere in die Gerbereien geraten und dort dem Arbeiter die Krankheit bringen. Bekannt sind z. B. die Erkrankungen, die durch das Verarbeiten milzbrandiger Wolle, ja durch das Benutzen von Geschirren entstehen, die aus dem Leder milzbrandiger Tiere gearbeitet sind.

Freilich muß hierbei in Betracht gezogen werden, daß der Abdecker in den hier besprochenen kleineren Ortschaften nur in den seltensten Fällen in der Lage ist, vom Ertrage seines Abdeckereigewerbes zu leben, daher auf Nebenerwerbe, meist Landwirtschaft, ange-

wiesen ist. Als Beispiele seien folgende Zahlen aus der erwähnten früheren Arbeit des Verfassers angeführt: Die Abdeckerei zu Frankfurt a/O. verarbeitete jährlich etwa 100 Pferde, 1 Fohlen, 5 Rinder, 1 Schwein; die zu Guben etwa 36 Pferde, 6 Rinder, 12 Schweine: die zu Rummelsburg i/Pommern etwa 170 Stück Vieh, obwohl sie für 72 Ortschaften Bannrechte besitzt.

Etwas günstiger sind Abdecker gestellt, die über einen großen Bezirk Bannrechte ausüben: So verarbeitete die Abdeckerei zu Fürstenberg a/Oder jährlich etwa 100 Stück Großvieh, 30 Fohlen und Kälber, 200—300 Ziegen und Schweine und etwa 30 Hunde; die demselben Abdecker gehörenden Anstalten zu Königsberg i/NM. und Schönfließ etwa 110 Stück große und mehrere hundert Stück kleinere Tiere, darunter Schweine.

Aber hier ist wieder der Mißstand vorhanden, daß der Abdecker zu schwer zu erreichen ist, daß die Herbeischaffung der Kadaver zu ihm zu schwierig ist, daß diese deshalb tagelang herumliegen und die Luft verpesten. Die Viehbesitzer pflegen dann in der bereits beschriebenen Weise selbst sich Hilfe zu schaffen.

Eine besondere Abart der Abdeckereien sind die

Winkelabdeckereien.

Dies sind Anstalten, in denen Abdeckerei getrieben wird, während sie sich nach außen z. B. als Pferdeschlächtereien, Wurstschlächtereien darstellen. Hier werden gefallene Tiere erwerbsmäßig zu Nahrungsmitteln verarbeitet. Das Volk belegt diese Geschäfte auch wohl mit den Namen Kalt- oder Luderschlächtereien, Katzenschlächtereien, Polkaschlächtereien.

Besonders pflegen sie sich in der Umgebung größerer Städte mit scharfer Fleischbeschau auszubilden und dienen dann zur Verwertung desjenigen, was das Auge der Fleischbeschauer zu scheuen hat. Entsprechende Einzelfälle werden von verschiedenen Gewährsmännern, z. B. von Bollinger, Zündel, Pistor, Brandes erzählt[1].

Daß diese Geschäfte, die immer nur durch Zufall entdeckt werden, deren Getriebe aber sonst unbekannt ist, erheblich schlimmer sind, als selbst noch so schlecht geleitete offenkundige Abdeckereien, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Hier kann nur eine obligatorische, auch auf das flache Land ausgedehnte allgemeine Fleischbeschau helfen.

Neben den Luderschlächtereien wirken bisweilen Leimsiedereien, Düngerfabriken, Seifenfabriken u. dergl. Anstalten als Abdeckereien für unbedingt zu vernichtende Seuchenkadaver. Näheres hierüber berichtete Zipperlen in der Sitzung des Deutschen Veterinärrates in Hannover vom 4. August 1875.

Auch von solchen Anstalten können unter Umständen Tierseuchen verbreitet werden.

3. Abdeckereien mit Maschinenbetrieb.

Die Unmöglichkeit, in Großstädten die Tierleichen mit den einfachen in Vorstehendem geschilderten Verfahrungsweisen zu beseitigen,

hat seit etwa zwei Jahrzehnten die Technik zu entsprechenden Erfindungen veranlaßt. — Leider sind sie noch verhältnismäßig wenig durchgeführt.

Der Grund hierfür liegt in Deutschland einmal in den ganz unglücklichen rechtlichen Verhältnissen, insbesondere in dem Fortbestehen der mittelalterlichen Bannrechte und Privilegien, andererseits in pekuniären Erwägungen.

Daß die zu beseitigenden Tierleichen und Tierteile bei entsprechender Ausnützung eine hervorragende Bedeutung als Dungwert infolge des enormen Gehaltes an Stickstoff und Phosphorsäure haben, ist klar. Ebenso erklärlich ist das Bestreben, diese Werte thunlichst auszunützen.

Leider aber pflegt bei großen Städten das Angebot die Nachfrage hier um so mehr zu übertreffen, als bereits für die menschlichen Abgänge, falls sie von der Landwirtschaft abgenommen werden soll, genügende Abnehmer sich nicht zu finden pflegen.

Die Ueberführung der tierischen Abfallstoffe, der Abdeckereierzeugnisse in eine haltbare Form, die ihre Versendung auch nach entfernteren Gegenden zuläßt, war daher eine der wesentlichsten Anforderungen an die Technik.

Ihre Erledigung wurde durch die Forderung erschwert, daß trotz Verarbeitung, Verschickung u. s. w. noch ein im Vergleich mit den zahlreichen Düngemitteln der Gegenwart konkurrenzfähiges Erzeugnis geschaffen werden mußte, wenn die Betriebe dabei bestehen sollten.

In gewissem Grade ist dies gelungen. Aber die gesundheitliche Notwendigkeit, jene gewaltigen und gefährlichen Massen zu beseitigen, ist zwingender als der ökonomische Gesichtspunkt, einen Erwerb hieraus zu ziehen. — Können beide Prinzipien nicht nebeneinander zur Geltung gelangen, so muß der gesundheitliche Standpunkt zunächst berücksichtigt werden.

Mit anderen Worten: maschinelle Abdeckereien großer Städte werden ebenso wie z. B. deren Kanalisationseinrichtungen meist Opfer an den Stadtsäckel im Interesse der öffentlichen Gesundheit erfordern, — ein Grund mehr, hier die alten unwürdigen Bannrechte zu beseitigen.

Zur Ueberführung der Tierkadaver in eine noch von der Landwirtschaft zu benutzende Form dienen zwei Methoden: die Trockendestillation und die Maceration, wie es Eulenberg[39] nennt, oder die Dampfsterilisation, wie man es jetzt meist bezeichnet.

a) Bei der trockenen Destillation benutzt man einen von Porion konstruierten Apparat.

Dieser besteht aus einem Destillationsapparate, um unter Zusatz von Pottasche und Eisenfeile tierische Kohle und gelbes Blutlaugensalz zu gewinnen. Die Methode empfiehlt sich nach Eulenberg insofern, als sie auch bei an der Rinderpest verendeten Tieren anwendbar ist, auch bei sorgfältiger Anwendung Belästigungen ausschließt. — Da indes die pekuniäre Ausbeute nur gering ist, wird sie thatsächlich wenig angewandt.

b) Die Dampfsterilisation, wie sie in verschiedenen Apparaten praktisch geübt wird. Diese Apparate sind den in Knochenleimfabriken benutzten Leimdämpfern und Knochendarren nachgebildet, sind Digestoren, Hochdruckdämpfer, eine Art stehender und von oben zu beschickender Dampfkessel. Ihre Entleerung erfolgt durch

ein seitliches Mannloch. — Beides ist mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verknüpft und fordert viel Arbeitskräfte.

Die ersten derartigen Apparate wurden bei der Stadt Leipzig vor mehr als 20 Jahren in der dem dortigen Abdeckereibesitzer Jul. Gebhardt auf der Eutritzscher Feldmark gehörigen Dampf-Kunstdünger-Fabrik aufgestellt.

Reclam[36] giebt von ihr folgende Beschreibung:

Die zerstückten Kadaver werden mit Dampf von $2^1/_2$—3 Atmosphärendruck in Digestoren behandelt und hierbei Leim und Fett gewonnen.

Die ausgezogene Fleischmasse nebst Knochen und getrocknetem Blute wird nach Herausnahme aus dem Apparate gedörrt und in einer Mahlvorrichtung zu Pulver gemahlen, nachdem es mit Schwefelsäure behandelt wurde.

Häute und Haare, Hufe, Hörner werden — soweit zulässig — an andere gewerbliche Arbeiten gegeben; Leim wird eingedickt und zu Appreturzwecken als „bone-size" verkauft, Fett für Maschinenöle und Seifenfabrikation, das „Leipziger Fleischmehl" als Düngmittel.

Die Fabrik beschäftigt etwa 60 Arbeiter, holt übrigens die Tierleichen ab und zahlt für das Stück Großvieh 15—55 M. (im Durchschnitt 24 M.).

Auch auf der Berliner fiskalischen Abdeckerei[40 41] in der Müllerstraße im Norden der Stadt (gegenüber den sog. Rehbergen, nahe bei Reinickendorf), sowie in der ebenfalls dem Abdeckereipächter Neudeck gehörigen Fabrik in Heiligensee (Kr. Niederbarnim) erfolgt die Verarbeitung in Digestoren bei gespannten Dämpfen durch 8—10 Stunden.

Nachdem dies geschehen, wird durch Hähne Fett und Leimwasser abgelassen. Jenes wird als Maschinenöl und zur Seifenfabrikation verwandt, das Leimwasser durch Abdampfen zu einer Gallerte eingedickt und zu Appreturzwecken verkauft.

Die ausgezogenen Fett- und Fleischteile wie Knochen werden nach der chemischen Fabrik des Abdeckereipächters in Heiligensee gebracht, dort getrocknet und dann pulverisiert.

Häute werden, soweit überhaupt verwertbar, eingesalzen und an andere Gewerbebetriebe verkauft, z. T. nach Amerika ausgeführt.

Daneben wird in offenen Kesseln das viel begehrte Hundefett ausgeschmolzen und in anderen offenen Kesseln hierzu verwendbares Fleisch als Hundefutter in kleine Stücke zerschnitten gedämpft.

In der Berliner Abdeckerei sind 24 Personen beschäftigt. Sie verarbeiteten[42] im Durchschnitt der Jahre 1870/80 jährlich etwa 1000 Pferde, 170 Rinder, 2000 Hunde, 150 Katzen, 110 Kälber, 600 Hammel und 400 Schweine.

Ferner werden die von der Schlacht- und Marktpolizei beschlagnahmten Fleischstücke und Organe, weil sie teils krankhaft, teils verdorben, teils ungestempelt eingebracht waren, im Mittel der Jahre 1870/80 jährlich 260 000—300 000 kg durch die Digestoren verarbeitet.

Gegenwärtig ist die Zahl der Schweine geringer, seitdem für mindergradige finnige Schweine die Durchkochung unter behördlicher Aufsicht und für trichinöse wie stärker finnige Schweine die Fettausschmelzung zugelassen ist.

Ueber Mißstände der Berliner Abdeckerei wird weiter unten gesprochen werden.

Digestoren gelangen auch in verschiedenen anderen Abdeckereien zur Verwendung: so z. B. in denen bei Köln a/Rh.[4], bei Metz[17], in Linden bei Hannover[43] und in Frankfurt a/M.[44]

Letztere verarbeitete im Etatsjahre 1883/84: 116 Pferdekadaver (darunter 3 aus der Pferdeschlächterei, 1 wegen Lungenrotz), 6 Ochsen, 31 Kälber, 71 Schweine, 7 Ziegen, 1 Schaf, 1 Lamm, 190 Eingeweide großer Tiere, 2 Rehe, 1 Korb konfiszierter Schellfische und 79 Hunde.

Auch auf der „städtischen Wasenmeisterei“ in Kaiser-Ebersdorf[45], einem nahe dem Donaukanale gelegenen Vororte Wiens, die für 300 000 Gulden kürzlich neu eingerichtet wurde, sind Digestoren aufgestellt.

Die Anstalt besteht aus einem großen Mittelgebäude mit Wohn- und Verwaltungsräumen, einem rechtsseitigen Flügel für Ställe und Remisen und einem linksseitigen mit Räumen zur Zerlegung der Tiere, der sogen. Schlagbrücke, und Trocken- sowie Aufbewahrungsräumen für die Erzeugnisse.

Tiere, die nicht sofort verarbeitet werden können, lagert man in gemauerten Gruben und bedeckt sie mit Kalk.

Ein Quergebäude enthält die Digestoren und sonstigen Apparate, Dampfkessel etc. zur thermochemischen Verarbeitung.

Das Fett wird gesammelt, das Fleischpulver vielfach als Fischfutter für Fischzüchtereien verkauft.

Das Leimwasser verarbeitet man wegen Belästigung der Umgebung nicht mehr, sondern läßt es in den Donaukanal laufen.

Nach Einrichtung von Groß-Wien wurde dem Wiener Wasenmeister die Besorgung des Wasenmeisterdienstes im erweiterten Gemeindebezirke vom 1. Januar 1892 ausschließlich übertragen[45].

Im weiteren Polizeirayon sind bezüglich der zu diesem, aber nicht zum Wiener Gemeindegebiete gehörigen Ortschaften am linken Donauufer die Wasenmeister zu Pysdorf und Leobendorf thätig.

In den Jahren 1891 und 1892 wurden von dem Wiener Wasenmeister 456 bez. 346 Hunde eingefangen (hiervon 9 bez. 1 wutverdächtiger getötet) und 14 093 bez. 25 584 Aeser beseitigt.

Die beiden anderen Wasenmeister fingen in den zum weiteren Wiener Polizeirayon gehörigen Teilen ihrer Bezirke zusammen 486 bez. 46 Hunde ein (hiervon je einer wegen Tollwut getötet) und 856 bez. 34 Aeser wurden beseitigt.

c) Eine zweite aus der ersten hervorgegangene Form der thermochemischen Verwertung gewährt der zuerst auf dem Schlachthofe in Antwerpen aufgestellte, von dem dortigen Schlachthofdirektor, dem Tierarzt de la Croix erfundene Appareil stérilisateur-désiccateur, système de la Croix-Willaert & Co.

Der Apparat auf dem Antwerpener Schlachthofe arbeitet geruchlos, da von einer Verwertung des Leimwassers Abstand genommen ist und man es in die Kanäle gehen läßt. Man gewinnt bei der Bearbeitung angeblich 27$^1/_2$ Proz. Düngepulver und 15—20 Proz. Fett.

Auch die Antwerpener Militärverwaltung hat einen solchen Apparat sich zur Beseitigung ihrer Pferdekadaver beschafft. Früher wurden diese auf den Glacis verscharrt, nachts aber gelegentlich von Dieben heimlich ausgegraben und in den Verkehr gebracht.

Dank den Bemühungen des um das Veterinärwesen auch in anderen Beziehungen verdienten Großherzogl. badischen Oberregierungsrates Dr. Lydtin sind derartige Apparate auch in Deutschland eingeführt.

Rudolf Henneberg (in Firma Rietschel & Henneberg) in Berlin hat den Apparat mit einigen weiteren Vervollkommnungen versehen und unter dem Namen „Kafill-Desinfektor" beschrieben [47].

Er besteht (siehe die Abbildungen S. 129—131), abgesehen von dem Dampfentwickler, hauptsächlich aus 3 Eisencylindern: zuerst kommt der eigentliche, mit Doppelmantel versehene Desinfektor oder Sterilisator *A*, der oben durch den zur Füllung bei *F* abnehmbaren Deckel dampfdicht geschlossen wird und Kadaver und Tierteile aufnimmt. Ein Mannloch *f* an seiner unteren Fläche ermöglicht später die Entfernung der festen Rückstände. Gase und Flüssigkeiten gelangen von hier bei *rs* in einen zweiten Cylinder *B*, den Recipienten, hier sammeln sich übereinander Fett und Leimwasser, die durch getrennte Hähne *p* und *q* entleert werden. — Die von hier noch übrig bleibenden Dämpfe werden mit einer Wasserbrause *n* z. T. aufgelöst, z. T. gelangen sie bei *ty* in einen dritten Cylinder, den Kondensator *C*, wo sie nochmals mit Wasser behandelt werden. Der Dampfrest wird in bei *z* die Kesselfeuerung geleitet.

Nach Beschickung des Sterilisators *A* von oben mittelst eines durch einen Flaschenzug *H* und *G* zu hebenden und zu entleerenden kleinen Wagens *i* wird zunächst bei *g* und *b* Dampf in die Wandung gelassen, um die Objekte vorzuwärmen und ihnen ihr Wasser zu entziehen. Nachdem dies durch $1^1/_2$ Stunde geschehen ist, wird Dampf von 4—5 Atmosphären, entsprechend 153—160° C. bei *ed* in das Innere geleitet und hierdurch das Desinfektionsgut zerstört, was etwa 6 Stunden dauert.

Die aus dem Sterilisator entnommene, wenig feuchte und geruchlose Knochen-Fleischmasse wird zweckmäßig in einer Trockenkammer IV (Fig. 2) gedörrt, dann durch die Mühle *kkk* zu Pulver gemahlen und dient als Düngepulver. Das Fett (bei *q* gewonnen) kann direkt oder nach Reinigung in den Handel gebracht werden. Das Leimwasser (*p*) wird entweder an Leimsiedereien verkauft oder auch laufen gelassen, da es wegen des damit verbundenen Geruches nicht direkt auf dem Schlachthofe versotten werden kann.

Beim Gebrauch des Apparates sollen 25—30 Proz. Düngepulver und 15—20 Proz. Fett gewonnen werden.

Der Preis des patentierten Apparates, einschließlich Dampfmaschine, Trockenapparat und Nebenapparaten, wird auf 13 000 M veranschlagt.

(S. Fig. 1—3.)

Mit einem Kafilldesinfektor in Spandau gemachte Erfahrungen waren nach Liebe [48] sehr günstig und bestätigten durchaus die Richtigkeit des vorstehend Angegebenen.

Hierbei erwies es sich aber als wichtig, bei Beschickung des Sterilisators Eingeweide und Fleischteile mit Knochen möglichst gleichmäßig zu verteilen, um ein Zusammenballen jener zu einer festen Masse zu verhindern. — Eventuell würden deshalb Holzstücke oder durchlöcherte kurze Metallröhren einzupacken sein.

Die Vernachlässigung dieser erst später bekannt gewordenen Notwendigkeit soll nach Schmaltz [49] daran schuld gewesen sein, daß

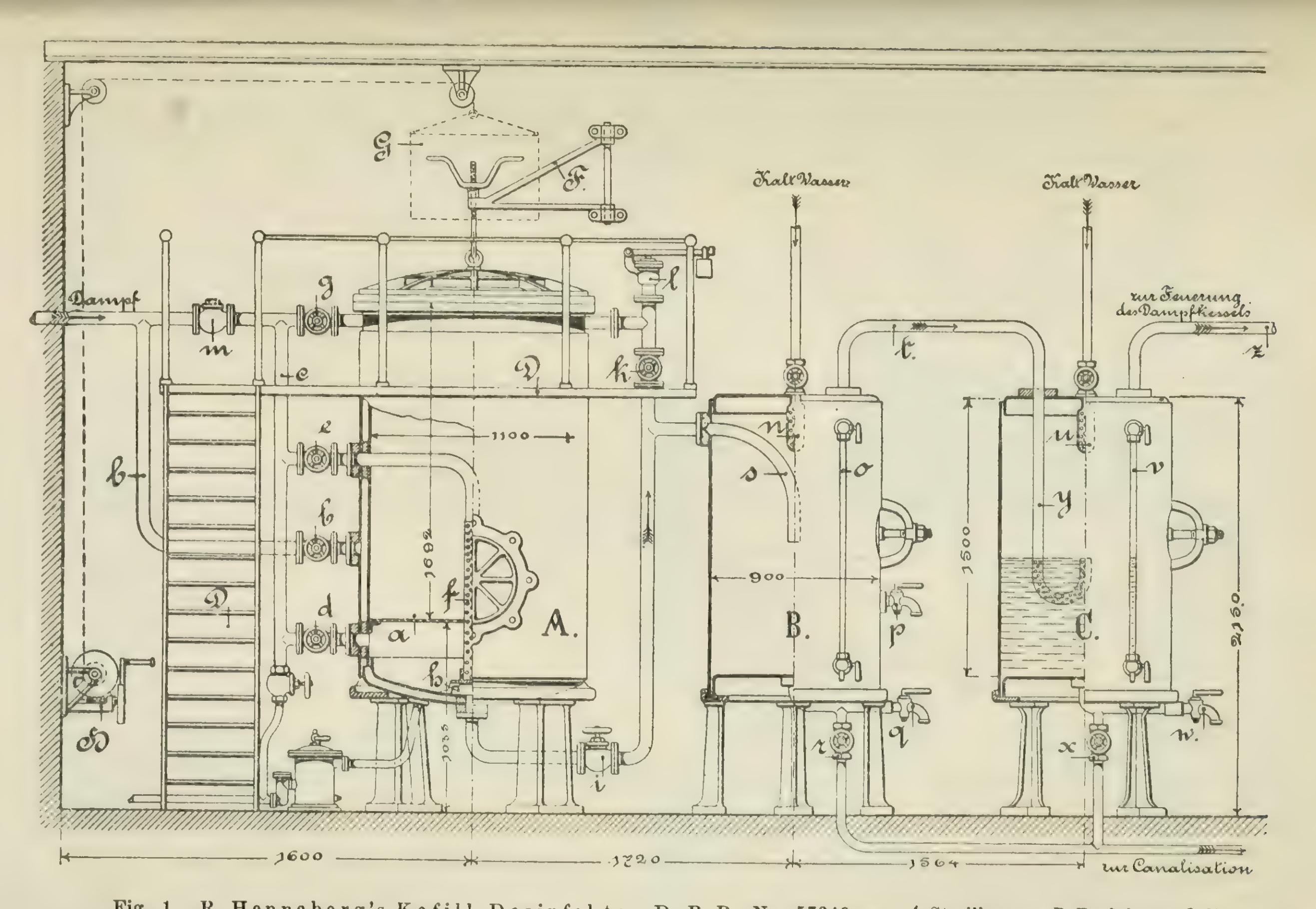


Fig. 1. R. Henneberg's Kafill-Desinfektor D. R.-P. No. 57349 — *A* Sterilisator, *B* Recipient, *C* Kondensator, *bg* Dampfzuleitung zum Mantel, *ed* ins Innere des Sterilisators, *f* Mannloch, *DD* Treppe und Umgang um den Sterilisator, *l* Sicherheitsventil. — (Vergl. den Text.)

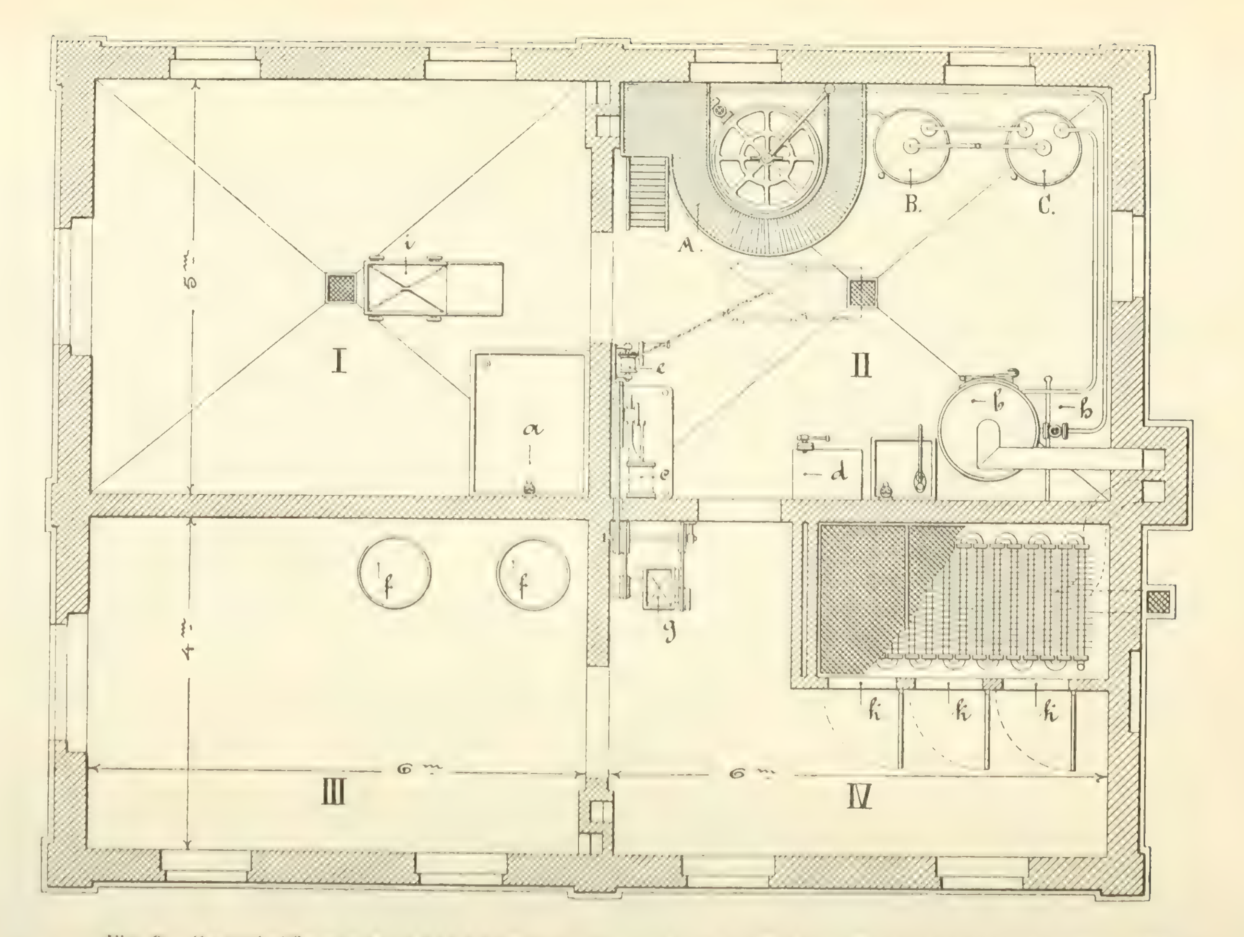


Fig. 2. Grundrifs einer Anlage mit R. Henneberg's Kafill-Desinfektor. I. Aufnahmeraum für Tierkadaver. II. Maschinenraum zur Desinfektion mit Sterilisator *A*, Recipient *B*, Kondensator *C* und Dampfkesselanlage *b*. IV. Trocken- und Mahlraum, *kkk* Mahlgänge. III. Aufstapelungsraum für das fertige Dungpulver, *ff* Klärbassins für Fett.

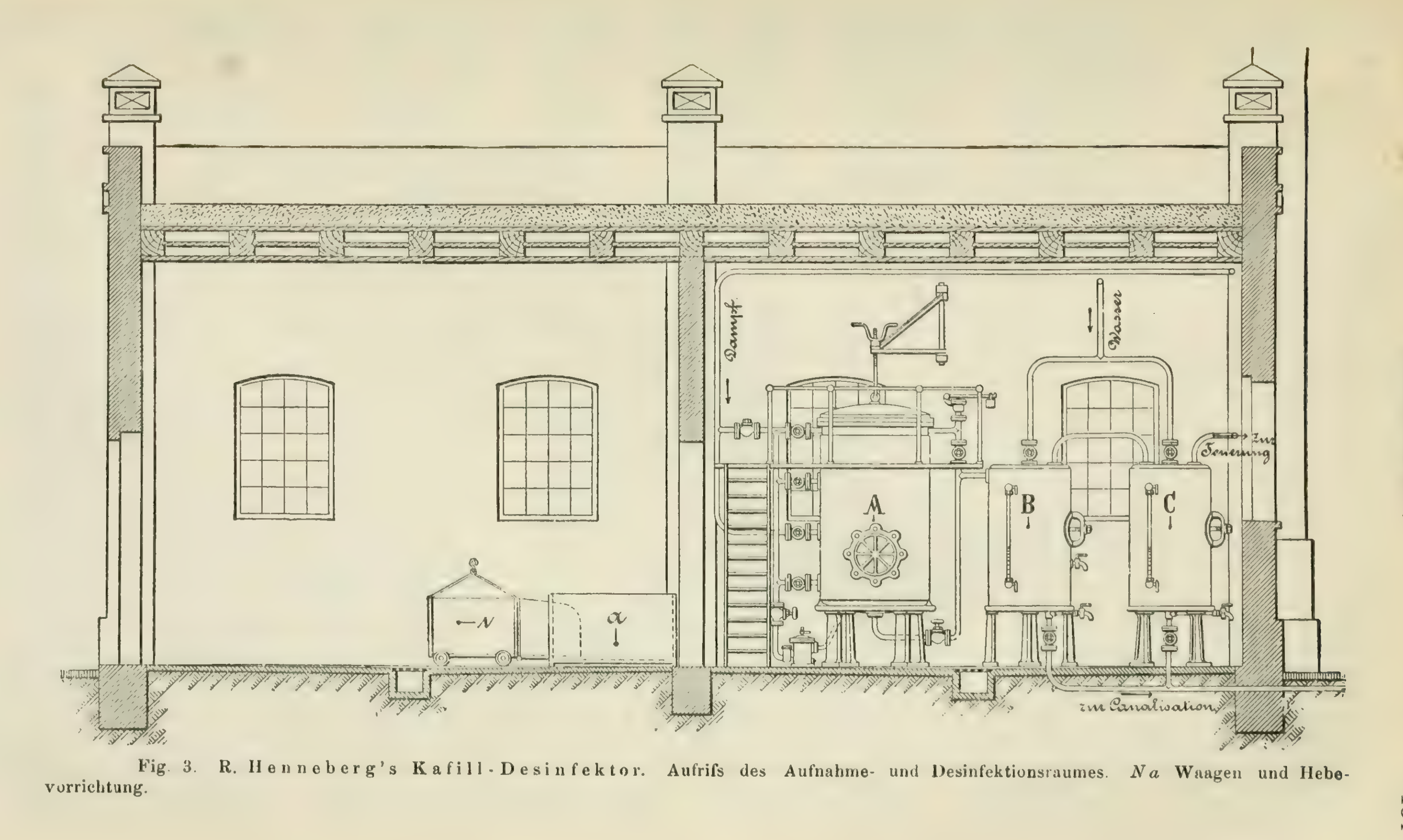


Fig. 3. R. Henneberg's Kafill-Desinfektor. Aufriſs des Aufnahme- und Desinfektionsraumes. *N a* Waagen und Hebevorrichtung.

ein dritter Beobachter, Colberg, weniger günstige Erfolge bei seinen Versuchen hatte.

In Spandau soll sich übrigens der Apparat auch zur Zerstörung unzerlegter Kadaver von größeren und kleineren Tieren sehr leistungsfähig gezeigt haben.

Der ganze Desinfektionsprozeß (natürlich exkl. Trocknung und Zermahlung) dauerte je nach Art und Menge der Apparatfüllung 6—12 Stunden.

Liebe will die festen, zunächst 15 Proz. Feuchtigkeit des ursprünglichen Gewichtes haltenden Rückstände nach Trocknung und Zermahlung nicht nur als Düngemittel, sondern auch als Viehfutter zulassen. Hierzu hält er sich für berechtigt, da Impfversuche mit diesem Materiale an Tieren bisher stets negative Erfolge hatten. — Doch dürften hier noch umfangreichere Nachprüfungen erforderlich sein, ehe man diese — vom ökonomischen Standpunkte gewiß sehr dankenswerte — Benutzung allgemeiner empfehlen könnte.

Wenn er das sog. Leimwasser, das eigentlich eine schmutzige, leimige Fleischbrühe darstellt und die Fähigkeit zu erstarren verloren hat, direkt als Dünger verwerten will, so dürfte dies des kostspieligen Transportes wegen wohl in nur sehr beschränktem Maße möglich sein. — Ob seine Vermischung mit Gips oder dergl. sich empfiehlt, darüber werden Versuche von ihm angestellt.

Im Ganzen wurden in Spandau von 100 kg Einsatz 19 kg Düngepulver und Fett gewonnen, sodaß nicht nur die Unkosten gedeckt, sondern ein erheblicher Gewinn erzielt wurde. — Im Durchschnitt brachte jede „Charge" bei vollständiger Füllung 50 M.[48].

In Karlsruhe gewann man nach Beyersdörfer[50] nach etwa 10-stündiger Desinfektion 40,7 Proz. sterilisierte, noch etwas feuchte Masse, und zwar 26 Proz. Düngepulver und 4 Proz. Fett.

Beyersdörfer nimmt an, daß bei 100-maligem Betriebe des Apparates im Jahre ein Bruttogewinn von 6576 M. erzielt werden würde. — Nimmt man mit ihm Unkosten, einschließlich Verzinsung und Amortisation auf 4250 M. an, so würde ein Reingewinn von 2326 M. erzielt werden.

Zur thermochemischen Verarbeitung von Kadavern kann auch ein vom Hofbaurat Schaller in Gotha angegebener billiger Ofen sowie der Dr. Rohrbeck'sche Universalapparat benutzt werden, der ebenfalls zum Dämpfen bedenklichen Fleisches für Genußzwecke, sowie zur Desinfektion von Kleidungs- und Bettstücken dienen soll. Daß eine derartige Vielseitigkeit auch gewisse Bedenken in sich schließen kann, sei nur kurz angedeutet.

d) Die dritte Methode der trockenen Destillation, bez. der Sterilisation durch Dampf, die in mancher Hinsicht der Digestorenbearbeitung überlegen ist, bildet das sog. Podewils'sche Verfahren. Der Erfinder A. von Podewils verwertete hierbei seine Erfahrungen, die er beim Betriebe einer großen Knochenproduktenfabrik in Graz und einer Fäkalextraktfabrik in Augsburg gewonnen hatte.

Das Verfahren wurde zuerst in Augsburg benutzt, wo zu Anfang der achtziger Jahre für 27000 M. eine neue Abdeckereianlage, 2 km von der Stadt entfernt, angelegt wurde.

Nach der Beschreibung des Bezirkstierarztes Adam[35 51] ist ein Wohnhaus mit Nebengebäuden für den Wasenmeister, ein Gebäude mit Kontumazställen und in einem 50 m hiervon entfernten Gebäude Sek-

tionshalle und Kesselhaus (s. Fig. 4) vorhanden. — Während anfangs auch (1882) ein Hochdruckdämpfer und Trockenschränke benutzt wurden, sich aber nicht bewährten, wird jetzt der in Fig. 4 und 5 abgebildete Apparat angewandt. Hierbei werden die Kadaver zunächst auf dem Seziertische zerstückt und durch den Fülltrichter (Fig. 5) in eine große liegende rotierbare Trommel gefüllt. Nach deren Verschluß werden

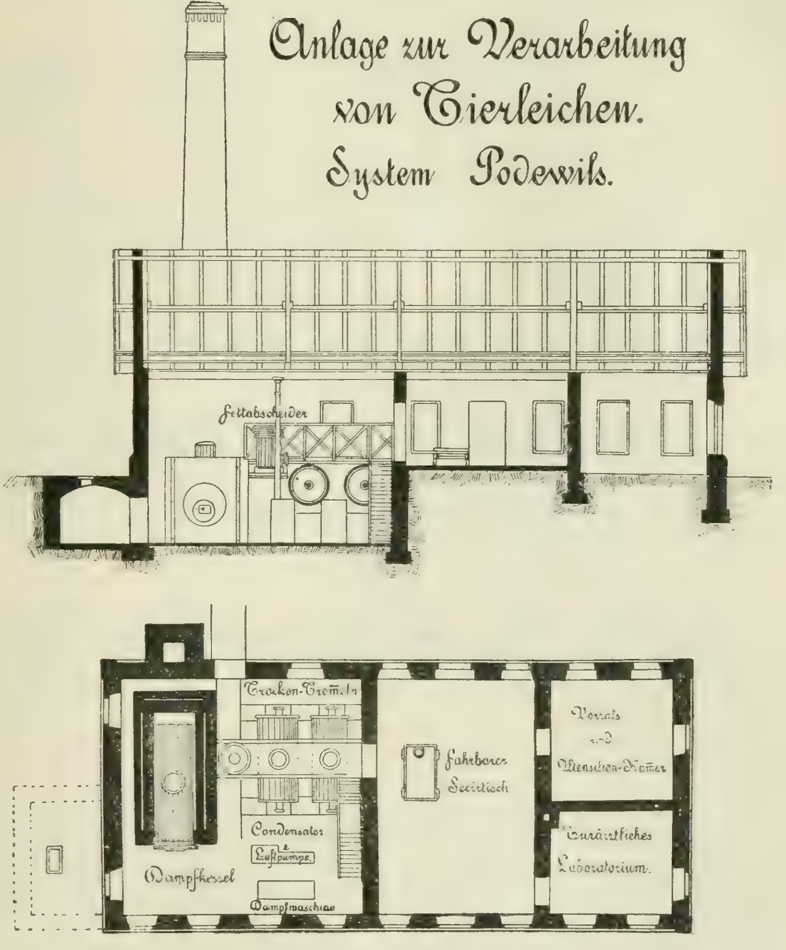


Fig. 4.

jetzt die Kadaverteile zuerst durch 3—4 Stunden in der ruhig liegenden Trommel durch einströmenden Kesseldampf von 150 bis 160° C gedämpft. — Nachdem dann Fett und Leimwasser durch ein nach unten drehbares Rohr in den Fettabscheider abgelassen sind, wird die Trommel um ihre Längsachse gedreht, während der Dampf in deren äußeren Mantel tritt. Hierdurch werden die festen Teile unter Luftabschluß getrocknet und durch eine frei bewegliche Mahleinrichtung (Walze) im Innern des Apparates in ein trockenes Fleisch- und Knochenmehl verwandelt (vgl. Fig. 5).

Es findet also in demselben Apparate Desinfektion, Entfettung, Trocknung und gleichzeitige Pulverisierung statt. Dabei bleiben die sämtlichen Teile im Apparat unter völligem Luftabschluß, bis alles, einschließlich Haut und Knochen, völlig zerkleinert ist. — Durch ein unten (also auf der Längsseite der Trommel) einzustellendes Mannloch wird schließlich ein trockenes, sehr feines, schwärzliches, schwach nach Bouillon riechendes angeblich sofort versandtfähiges Pulver in den unten stehenden Sack entleert.

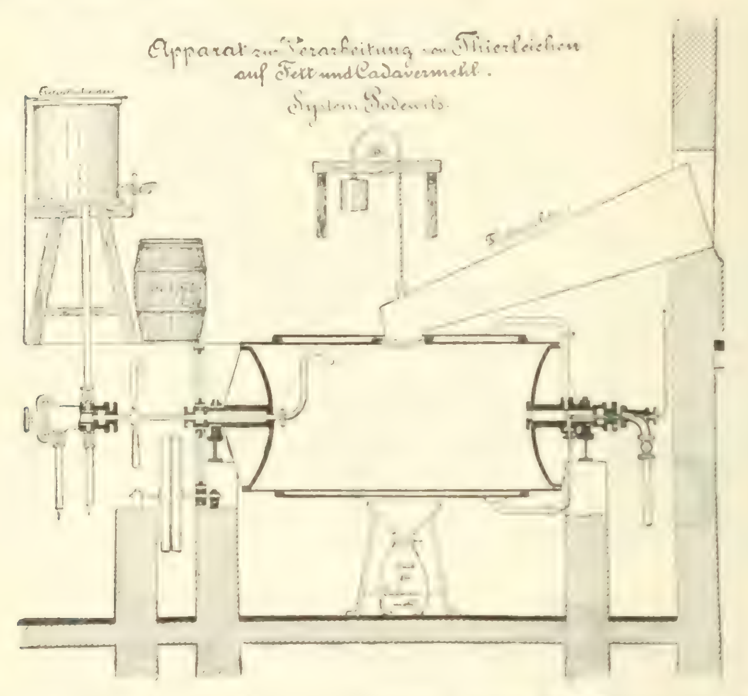


Fig. 5. (Der hier links über der Trommel gezeichnete Fettabschneider liegt in Wirklichkeit unterhalb dieser.)

Die hierbei sich entwickelnden Wasserdämpfe werden abgekühlt und kondensiert, die unkondensierbaren Gase in die Feuerung geleitet, so daß das Verfahren geruchlos ist. — Gleichzeitig kann auch angeblich hierbei das Leimwasser mitgetrocknet werden, sodaß von hier Belastigungen ausgeschlossen sind.

Die Augsburger Anstalt verarbeitet jährlich etwa 40 Pferde, 50 Stück Rindvieh, worunter etwa 40 wegen Tuberkulose im städtischen Schlachthause verworfen, 20 Schweine, 100 Hunde, sowie eine Menge krankhaft veränderter Einzelteile von Schlachttieren. — Ihr Abwasser leitet sie mit Genehmigung der Königl. Regierung vom 9. Februar 1882 in die Wertach, ohne daß dies zu Beschwerden Veranlassung gegeben hätte.

Auch in Hamburg werden jetzt in der städtischen Abdeckerei, in der der „Frohn" städtischer Beamter ist (mit 3168 M. Gehalt und freier Wohnung[42]) Podewils'sche Apparate aufgestellt.

Bei der Bedeutung Hamburgs für den Weltviehhandel geht der Abdeckerei ein besonders reichliches Material zu. So hatte sie 1884[52] die Kadaver von 191 Pferden, 71 Stück Hornvieh, 6 Kalbern, 941

Schweinen, 67 Schafen, 3289 Hunden, Katzen, sowie andere kleine Tierleichen, etwa 2000 kg verdorbenes Fleisch, 83 kg Fische, 250 kg Geflügel zu beseitigen.

von Podewils'sche Apparate werden außerdem zur Zeit auf der Abdeckerei in München aufgestellt.

Das Podewils'sche Verfahren hat nach Angabe des Erfinders folgende Vorzüge:

1) Der Apparat erfordert, weil die Trommel gleichzeitig als Hochdruckdämpfer, Trockenapparat und Pulverisiermaschine dient, viel weniger Platz zur Aufstellung wie die anderen, bei denen hierfür besondere Vorrichtungen vorhanden sind.

2) Er ist leichter zu beschicken, da er niedriger ist.

3) Die viel Arbeitskraft erfordernde und oft üble Gerüche verbreitende Ueberführung der gedämpften Kadaverteile aus dem Desinfektor nach den Trockenapparaten, wie das oft mit üblen Gerüchen verbundene Trocknen fällt weg.

4) Die bei der Trocknung der Massen im Cylinder sich entwickelnden Dämpfe werden zu Wasser kondensiert (das durch Chemikalien desinfiziert werden kann), und die nicht kondensierbaren Gase werden unter das Kesselfeuer geleitet.

5) Die gesamte Zeitdauer der Verarbeitung dauert 16—24 Stunden.

Auch soll der Apparat zur Trocknung von Blut und Wampendünger (Magen- und Darminhalt der Schlachttiere) dienen, eventuell auch als Talgschmelze benutzt werden können.

Der Apparat eignet sich daher auch zur Aufstellung in Schlachthäusern.

e) Endlich können in Poudrettefabriken und den zur Müllverbrennung dienenden sog. Destructoren*) (von Fryer u. a.) Kadaver zerstört werden. — Dies ist thatsächlich öfters in England der Fall und dürfte auch in Deutschland unter Umständen zu erwägen sein, wenn es sich — z. B. bei Tierseuchen — darum handelt, rasch größere Mengen von Kadavern zu beseitigen. — Allerdings ist hierbei der durch die Verarbeitung erzielte Gewinn im Vergleich zur thermochemischen Verwertung nur gering.

Auf ähnlichen Grundsätzen wie die Destruktoren beruhen die vom Ingenieur Kori in Berlin angegebenen Verbrennungsöfen, wie sie z. B. in Nürnberg praktisch erprobt sind.

(S. Abbildung Seite 136.)

Nach der von Kori im „Gesundheits-Ingenieur“[63] gegebenen Beschreibung besteht der Ofen aus einem langgestreckten mit geneigtem Rost versehenen von oben bei a und von der hinteren Seite A_1 zu beschickenden Chamottgewölbe. Nach Beschickung mit Kadaverteilen werden diese zunächst durch eine seitlich angebrachte Nebenfeuerung (in der Figur unten links) getrocknet, wobei durch Einstellung entsprechender Klappen die Rauchgase den Ofen von vorn nach hinten durchstreichen. — Hierauf werden bei a_2 vom Heizer die Materialien mit einem Schüreisen (s. die punktierte einfache Linie) von dem geneigten Teile des Rostes nach dem vorderen gestoßen, wo sie nun durch

*) Vergl. E. Richter: Strafsenhygiene in Bd. 2, Abt. 1 dieses Handbuches.

die Hauptfeuerung, die sich dort befindet, verzehrt werden und mit den Schlacken des Brennstoffes zum Aschenfalle gelangen.

Entsprechende Modifikationen, deren Beschreibung hier zu weit führen würde, gestatten eine weitere Verwertung der Abfälle zu Düngerzwecken; durch andere soll es möglich sein, auch das Fett abzuscheiden.

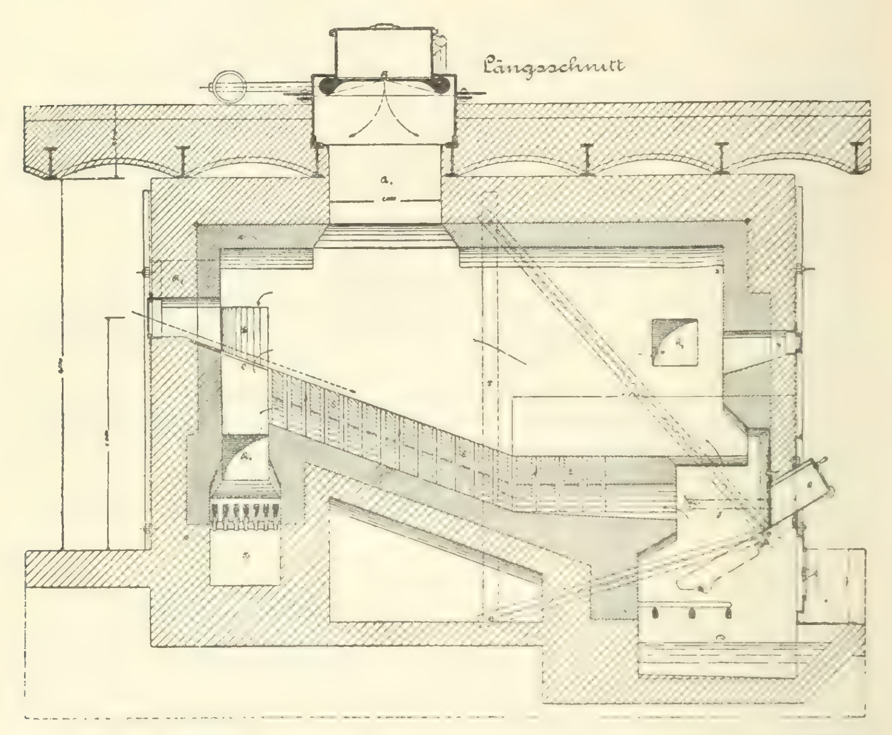


Fig. 6. Kori's patentierter Verbrennungsofen für Tierleichen, Fleischabfälle, Mist etc. D. R.-P.

Der Nürnberger Ofen faßt nach einer von Kori abgedruckten Mitteilung des dortigen Magistrates vom 8. März 1893: 15 Zentner Fleischabfälle uud bedarf bei Verwendung von 7 Zentner Kohlen 7 Stunden zur völligen Vernichtung aller Fleischteile.

Leider sind auch bei Benutzung dieser vollkommenen Apparate Mißstände nicht immer zu vermeiden.

Zunächst entstehen am Orte der Abdeckerei leicht üble Ausdünstungen. Ihre Hauptquellen sind drei:

1) Die flüssigen Abgänge, Jauche, welche bei der Vorbereitung oder eventuellen Zerlegung, auch bei der erforderlichen Obduktion der Tiere abfließt. Ihre Wegschaffung ist einfach da, wo die ganze Anlage an die Kanalisation angeschlossen ist. Dieser Anschluß sollte im gesundheitlichen Interesse stets erfordert werden. Anderenfalls entstehen, wie z. B. bei der Berliner Ab-

deckerei, schwere Mißstände. — Hier muß die Jauche durch Abfuhr beseitigt und auf größere Entfernungen abgefahren werden. Inzwischen wird sie in cementierten Bassins aufgesammelt. Diese verbreiten einen höchst üblen Gestank, da der Inhalt leicht in Fäulnis übergeht, besonders, wenn er etwa überläuft.

Eine Berieselung der Nachbarfelder einer Abdeckerei durch die Jauche ist deshalb auf die Dauer nicht durchführbar, weil der Boden nur zu rasch mit ihr übersättigt ist.

Die Abfuhr der Jauche, deren Angebot meist größer und dringender als die Nachfrage nach ihr ist, wird auch oft nicht genügend beschleunigt.

Allerdings ließe sich eine Desinfektion, z. B. durch Kalkmilch, wie dies auch von der Königl. Regierung in Magdeburg kürzlich angeordnet ist, vornehmen. Die Kosten würden aber bei größeren Jauchemengen, z. B. in Berlin, die praktische Durchführung hindern.

2) Die längere und massenhaftere Aufspeicherung der Kadaver und einzelner Kadaverteile, insbesondere auch der durch Produktengeschäfte gelieferten alten Knochen.

Hier muß durch Polizeimaßregeln auf schleunige Verarbeitung gehalten werden. Inzwischen müssen diese Kadaver und Stoffe in festverdeckten cementierten Gruben aufbewahrt werden. Selbstredend müssen die Einrichtungen auch der Menge des zu verarbeitenden Materiales entsprechen.

Bei plötzlichem, viele Tiere dahinraffendem Seuchenausbruche werden freilich auch die besten Einrichtungen — ähnlich wie die Kanalisationen bei Wolkenbrüchen — nicht ausreichen; dann mag man sich mit Nachtarbeit helfen, eventuell auf das im Lenggries geübte Verbrennen der Kadaver im freien Felde zurückgreifen.

3) Das Einkochen des Leimwassers zur Gallerte. Streng genommen, ist dies Verfahren nicht mehr zum eigentlichen Abdeckereibetriebe zu rechnen, gehört vielmehr in besondere Gewerbebetriebe, die Leimsiedereien.

Handelt es sich um frisches Leimwasser, so ist der beim Verdampfen sich entwickelnde Geruch eher angenehm, fleischbrüheartig. Aus technischen Gründen kann aber das frische Leimwasser nicht immer sofort zur Bearbeitung gelangen und geht dann rasch in Fäulnis über. — Die Verarbeitung des faulenden Leimwassers ist mit üblen Gerüchen verbunden, dabei nicht einmal besonders lohnend, zumal es bei Mitverarbeitung von Fleisch und Eingeweiden nicht rein gewonnen wird.

Aus diesem Grunde ist z. B. in Kaiser-Ebersdorf bei Wien seine anfängliche Verarbeitung später aufgegeben worden; man läßt es direkt in den Donaukanal laufen.

In Antwerpen wird das Leimwasser, soweit möglich, an Leimfabriken abgegeben, sonst ebenfalls in die Kanäle gelassen.

Außer diesen Mißständen, welche die Abdeckereien selbst mit sich bringen, besteht hier noch die bereits bei der Besprechung der gewöhnlichen Abdeckereien gerügte Unsitte, daß das Abdeckereipersonal die verworfenen Tiere und Tierteile wieder als Nahrungsmittel in den Verkehr bringt.

Dies geschieht besonders mit den im Schlachthause verworfenen, oft höchst appetitlich aussehenden Fleischstücken von Schlachttieren, denen, z. B. wenn sie Trichinen, wenige Finnen, ja Tuberkeln enthalten, äußerlich fast nichts anzusehen ist. Ist nun gar, wie z. B. in Berlin, ein

langer meilenweiter Weg zwischen Schlachthaus und Abdeckerei zurückzulegen, so können auf ihm die gröbsten Unterschleife geschehen, wie sie in dieser Stadt auch thatsächlich vorgekommen sind.

Verschlossene eiserne Kastenwagen, wie sie schon aus anderen Gründen erforderlich sind, nützen nur wenig, wenn man die Kunstgriffe des Gesindels in Betracht zieht, das sich in die Fleischbeute und deren Erlös teilt.

Hier kann nur die Aufstellung einer Zerstörungsvorrichtung auf dem Schlachthofe selbst helfen.

IV. Anforderungen, welche an das Abdeckereigewerbe zu stellen sind.

Die bisherigen Schilderungen ergeben, daß allgemeiner in Württemberg und Baden, auch in Hessen ordnungsmäßige Zustände herrschen oder wenigstens auf Grund der bestehenden Gesetzgebung durchzusetzen sind.

Eine entsprechende hygienische Regelung findet außerdem auch, von den beregten Mißständen abgesehen, da statt, wo größere thermochemische Einrichtungen vorhanden sind und benutzt werden. — Ob dabei die Abdeckereien für bestimmte Gegenden errichtet sind, oder ob, wie in Sachsen und England[53], die Ausübung des Abdeckereigewerbes freigegeben ist, kommt dabei weniger in Betracht.

Im übrigen aber herrschen im allgemeinen in Deutschland hier noch wenig erfreuliche Zustände[1].

So sagt Bollinger von den Abdeckereien: „Wer diese Anstalten kennt, wird sich leicht überzeugen, daß sie polizeiwidrige Anstalten sind."

Dammann bezeichnete sie in einer 1875 erschienenen Arbeit[38] als „Schlupfwinkel der Viehseuchen" und sagte, „daß bis zur Stunde der Zustand des Abdeckereiwesens fast aller Orten ein geradezu roher zu nennen sei".

Zündel bezeichnete das „Wasenmeisterwesen als einen noch sehr wunden Punkt in den elsaß-lothringischen veterinärpolizeilichen Einrichtungen, zu dessen Beseitigung aber eine besondere Gesetzgebung für das ganze Reich erforderlich sei".

Nobbe-Niedertopfstedt nennt den „thatsächlichen Zustand des Abdeckereiwesens einen völlig unhaltbaren und beklagenswerten" u. s. w.

Trotzdem hat es lange Zeit gebraucht, ehe die hierzu berufenen Personen und Faktoren, zu denen auch bis vor wenigen Jahren die meisten Lehrbücher der Hygiene gehörten, sich mit dieser Sache befaßten. Allerdings ist dies bei der besonderen Schwierigkeit des Gegenstandes und seinem Uebergreifen in so verschiedene Zweige der öffentlichen Gesundheitspflege durchaus erklärlich.

Der Erlaß des Bundesgesetzes vom 17. März 1868 hat die Frage in Deutschland in Fluß zu bringen vermocht, insofern als dies es ermöglichte, den alten Abdeckereien mit ihren bisher als ein „noli me tangere" angesehenen Rechten näher zu treten.

Von den größeren wissenschaftlichen Vereinigungen der Tierheilkunde, der Landwirtschaft und der öffentlichen Gesundheitspflege war es die erstgenannte, die dieser Frage zuerst näher trat.

Der Deutsche Veterinärrat beriet auf seiner vierten Versammlung am 3. und 4. August 1878 in Hannover über „die Regulierung des Abdeckereiwesens in Beziehung zum Viehseuchengesetze“ [54].

Das Referat hatte der Veterinärassessor Dr. Ulrich in Breslau, der der Versammlung einen vollständigen Entwurf zu einer Gesetzesvorlage betreffend Regulierung des Abdeckereiwesens in 41 Paragraphen vorlegte.

Auf Grund der sich hieran anschließenden Verhandlungen faßte der Deutsche Veterinärrat in seiner Sitzung vom 4. August 1878 folgende Resolution:

Die gesetzliche Regelung der unschädlichen Beseitigung tierischer Kadaver und Kadaverteile ist ein Bedürfnis.

Bei dem Erlasse veterinärpolizeilicher Vorschriften sind folgende Grundsätze zu beachten:

1) Jeder Tierbesitzer, welchem ein Haustier fällt, hat innerhalb 12 Stunden nach eingetretenem Tode, jedenfalls zur Beseitigung des Kadavers, der Ortspolizeibehörde Anzeige darüber zu erstatten.

Besteht der Verdacht einer ansteckenden Krankheit, so hat die Ortspolizeibehörde die Beiziehung des beamteten Tierarztes zu veranlassen.

2) Jedem Eigentümer eines gefallenen oder getöteten Tieres ist, sofern er dasselbe nicht einem Abdecker oder einem anderen überlassen will, gestattet, dessen Bestandteile nach seinem Ermessen zu benützen oder zu verwerten, soweit nicht durch anderweitige Bestimmungen deren Benützung ausgeschlossen ist.

3) Sofern der Eigentümer seine gefallenen oder getöteten Tiere selbst zu verwenden oder vorschriftsmäßig zu beseitigen nicht in der Lage oder nicht gewillt ist, tritt die polizeiliche Fürsorge der Gemeinde ein. Das letztere ist auch der Fall, wenn der Eigentümer eines gefallenen Tieres nicht bekannt ist.

4) Jede Gemeinde ist verpflichtet, für sich oder in Gemeinschaft mit benachbarten Gemeinden für einen entsprechenden Verscharrungsplatz (Wasenplatz) mit den erforderlichen Einrichtungen zu sorgen.

Die Verscharrungsplätze der Gemeinden oder von Privaten sollen, soweit es thunlich, 200 m von Wohngebäuden, Quellen, Bäumen und wenigstens 100 m von öffentlichen Wegen, gemeinschaftlichen Tummel- oder Weideplätzen entfernt sein.

5) Die Beseitigung der Kadaver von Tieren, welche an einer ansteckenden Krankheit nicht gelitten haben, soll nicht über 24 Stunden verschoben werden.

Am zweckmäßigsten werden die Kadaver durch chemische Zerstörung oder hohe Hitzegrade (z. B. Kochen, Verbrennen) unschädlich gemacht. Die Vergrabung der Kadaver ist nur dann für statthaft zu erachten, wenn die erstbezeichnete Verwertung unausführbar ist.

6) Das Abledern, Oeffnen und Zerlegen von Kadavern solcher Tiere darf, insofern die Vorschriften der Seuchenordnung nicht anders bestimmen, außer in geschlossenen Räumen nur auf der Wasenstätte oder dem Verscharrungsplatze vorgenommen werden.

7) Die Gemeinden oder Gemeindeverbände haben für die geeigneten Arbeitskräfte zum Abledern, Oeffnen etc. der Kadaver Sorge zu tragen. (Hier würde ich eventuell für einen Zusatz der Worte „durch Anstellung eines Abdeckers“ sein. Verf.)

8) Die Verpflichtung zur Anzeige ansteckender Krankheiten bei gefallenen oder getöteten Tieren liegt sowohl den Tiereigentümern als auch allen jenen ob, welche sich mit der Ausnützung und Verwertung der Kadaver gefallener oder getöteter Tiere befassen. (Ist jetzt gesetzliche Bestimmung. Verf.)

9) Auf die Kadaver von Lämmern, jungen Ziegen, Saugferkeln, Geflügel, Katzen und Hunden, sowie auf totgeborene Haustiere jeder Art finden vorstehende Grundsätze keine Anwendung.

Der Deutsche Landwirtschaftsrat[4] beriet in seiner 9. Plenarversammlung 1881 auf Antrag des Freiherrn von Hammerstein und Gen. über das Abdeckereiwesen und seine Regelung. Das Referat hatte der Oekonomierat Nobbe-Niedertopfstedt übernommen; derselbe gab in 21 Sätzen die Grundsätze an, welche beim Erlaß eines Abdeckereigesetzes bez. einer damit zu verbindenden, die Ausführung regelnden Instruktion zu beachten seien. Hierbei gab er u. a. genau an, welche Anforderungen an Abdeckereien I. und II. Klasse zu stellen sein.

Das Korreferat des Prof. Dr. Orth-Berlin enthält eine Fülle des im Vorstehenden z. T. mitverwerteten Materiales.

Auf Grund der hieran sich anschließenden Verhandlung beschloß der Deutsche Landwirtschaftsrat am 18. Januar 1881 folgendes:

Der Deutsche Landwirtschaftsrat erklärt eine einheitliche Regelung des Abdeckereiwesens in ähnlicher Weise, wie es bei dem Reichsviehseuchengesetze geschehen ist, durch die Reichsgesetzgebung, bezw. Landesgesetzgebung aus sanitäts- und veterinärpolizeilichen, sowie aus wirtschaftlichen Gründen für ein Bedürfnis.

I. Bei dem Erlaß eines bezüglichen Gesetzes ist ganz besonders darauf Rücksicht zu nehmen:

1) Daß die polizeiliche Anzeigepflicht der Viehbesitzer nicht auf die an der Seuche gefallenen resp. getöteten oder der Seuche verdächtigen Tiere beschränkt, sondern auch auf den Abgang oder die Nottötung sämtlicher zu landwirtschaftlichen Zwecken benutzten größeren Haustiere (einschließlich Schafe und Schweine) ausgedehnt werde.

2) Daß das abgehende Vieh eine entsprechende möglichst hohe Verwertung im Interesse des Besitzers finde, soweit es mit Rücksicht auf die sanitätspolizeilichen Vorschriften möglich ist.

II. Die in einzelnen Staaten für Abdeckereien noch bestehenden Zwangs- und Bannrechte sind aufzuheben resp. zur obligatorischen Ablösung zu bringen.

Wenn auch die von beiden Versammlungen ausgehende Anregung den Erlaß eines generellen Reichsgesetzes über das Abdeckereiwesen nicht zur Folge gehabt hat, so ist doch der Frage seitdem immer wieder Beachtung geschenkt worden.

Endlich beschäftigte sich der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege[55] in seiner Sitzung im Mai 1893 mit der Frage der „Verwendung des wegen seines Aussehens oder in gesundheitlicher Hinsicht zu beanstandenden Fleisches, einschließlich der Kadaver kranker getöteter oder gefallener Tiere“. Das Referat erstattete der bereits erwähnte badische Ober-Regierungsrat Dr. Lydtin. — Von seinen, von der Versammlung gutgeheißenen Schlußsätzen betreffen folgende das Abdeckereiwesen:

1) Von dem Notschlachten oder dem Umstehen eines Tieres muß die Ortspolizeibehörde alsbald Kenntnis erhalten und hierauf sofort das Geeignete verfügen.

2) Die tierärztliche Besichtigung notgeschlachteter oder umgestandener Tiere ist erforderlich:

a) wenn die reichs- oder landesseuchegesetzlichen Bestimmungen es vorschreiben,
b) wenn das Tier überhaupt mit einer infektiösen Krankheit behaftet oder derselben verdächtig war,
c) wenn das Fleisch des Tieres im rohen Zustand in Verkehr gebracht oder auch zubereitet als Speisefleisch abgegeben werden will.

3) Im übrigen sind die Kadaver notgeschlachteter oder umgestandener Tiere,

a) soweit die reichs- und landesseuchegesetzlichen Vorschriften hierüber verfügen, nach diesen,
b) sofern die Verwendung des Fleisches als Speiseware beabsichtigt ist, nach Maßgabe der in Kraft stehenden Gesetze, der Fleischschauordnung der einzelnen Staaten und der für die Verwendung des Fleisches hier niedergelegten Grundsätze zu behandeln.
c) Bleiben dem Besitzer der Kadaver oder einzelne seiner Teile zur Verfügung, so sind dieselben binnen 48 Stunden nach erfolgter Schlachtung und 24 Stunden nach erfolgtem natürlichen Tode entweder von der Wohnung von Menschen und von dem Aufenthalt von Tieren in unschädlicher und nicht belästigender Weise zu entfernen oder einem Konservierungsverfahren zu unterziehen, welches die Schädigung oder die Belästigung der Hausbewohner und der Nachbarschaft ausschließt.

Eine anderweitige Verwendung der Kadaverteile kann nur Personen gestattet werden, welche nach Maßgabe der §§ 16 bis 25 der deutschen Gewerbeordnung die Konzession zum Betriebe des Abdeckereigewerbes erlangt haben.

Das Liegenlassen von Kadavern auf Straßen, öffentlichen Plätzen, auf dem freien Felde oder im Walde, sowie das Einwerfen solcher Gegenstände in Gewässer ist, weil in hohem Grade belästigend und gefährlich, mit Strafe zu bedrohen.

Mit polizeilicher Genehmigung kann jedoch das Einwerfen von Kadaverteilen und Blut in öffentliche Gewässer zu Fischereizwecken stattfinden.

4) Zur unschädlichen und nicht belästigenden Beseitigung von Tierkadavern oder Kadaverteilen sind entsprechende Transportmittel, geeignete Begräbnisplätze (Wasen) oder Verbrennungsöfen oder Einrichtungen zur Verarbeitung der Kadaver zu landwirtschaftlich oder industriell nutzbaren Stoffen (Abdeckereien, chemische Fabriken, Leimsiedereien etc.) erforderlich und Leute (Wasenmeister oder Abdecker), welche die Beseitigung der Kadaver bezw. ihre Verarbeitung besorgen.

Es liegt im Interesse sowohl der Tierbesitzer als der Gemeinden, daß die Anstalten zur Beseitigung der Tierkadaver Gemeindeanstalten sind und als solche verwaltet oder verpachtet werden.

Wasenmeister oder Abdecker müssen als im öffentlichen Dienst stehende Personen auf Grund eines Reglements verpflichtet sein.

5) Für kleinere Gemeinden in dünn bevölkerten Landstrichen genügt

die Erstellung eines Wasenplatzes, d. h. eines geeigneten Feld- oder Waldstückes zur Verscharrung der Kadaver.

Die Anlage von Wasenplätzen ist der Begutachtung von Organen der öffentlichen Gesundheitspflege hinsichtlich der Lage, der Elevation, der Bodenbeschaffenheit, der Entfernung von menschlichen Wohnungen, Stallungen und Weiden, des Vorhandenseins von ober- und unterirdischen Wasserläufen, des Abflusses der Meteor- und Ablaufwasser, der Größe, der Einfriedigung, der Verwertung der Pflanzenprodukte auf denselben zu unterstellen.

Es ist besondere Verfügung darüber zu erlassen, wie tief die Kadaver zu vergraben sind und wann eine Grube wieder aufgedeckt und ihr Inhalt entnommen werden darf.

Die Verkochung von Kadavern außerhalb des Wasenplatzes ist nur nach besonderer polizeilicher Genehmigung zu gestatten.

6) Es ist zweckmäßig, auf dem Wasenplatze eine Einrichtung herzustellen, um Tiere abhäuten, ausnehmen oder sezieren zu können.

7) Verbrennungsöfen zur Zerstörung ganzer Tierkadaver, z. B. der von milzbrand- und rauschbrandkranken Tieren und rotlaufkranken Schweinen herrührenden und von Eingeweideteilen anderer infektiös erkrankter Tiere durch Feuer sind in Seuchenbezirken erwünscht.

8) Für größere Kommunen sind zur unschädlichen Beseitigung der Kadaver, der Schlachtabfälle und des als Speiseware ungeeigneten Fleisches Anstalten erforderlich, welche gewisse wertvolle Stoffe aus den Kadavern (z. B. Fett finniger und trichinöser Schweine) ausziehen und mit Ausschluß der nicht anderweitig verwendeten Kadaverteile (nämlich Haut, Knochen, Klauen, Hörner, Haare, Hufe), oder auch diese mit, wenn es sich um Kadaver milzkranker, rauschbrandkranker Tiere handelt, zu unschädlichen, landwirtschaftlich oder industriell verwertbaren, als Speiseware aber nicht mehr tauglichen Stoffen verarbeiten. Den Abdeckereien oder Wasenmeistereien ist der Verkauf von Fleisch überhaupt zu verbieten. Nur auf chemischem oder thermischem Wege unschädlich gemachte und aus dem Fleische gewonnene Produkte dürfen von derartigen Anstalten, den Besitzern oder Beauftragten in Verkehr gebracht werden.

9) Derartige Anstalten müssen mit Apparaten ausgestattet sein, welche die zugeführten Tierleichen alsbald zu verarbeiten vermögen, infektiöse Kadaver, nötigenfalls unzerlegt, und Fleischstücke sicher sterilisieren, weder übelriechende Gase oder Dämpfe in die Luft, noch übelriechende oder sonst schädliche Flüssigkeiten in den Boden oder in die Wasserläufe entweichen lassen und in möglichst kurzer Zeit bei dem geringst möglichen Aufwand von Betriebsmitteln den höchsten Ertrag an verwertbaren Stoffen liefern.

10) Die Errichtung derartiger Anstalten empfiehlt sich auch als Ersatz für Wasenplätze und Verbrennungsöfen kleinerer Gemeinden, welche sich untereinander vereinigen, ebenso für Ortsviehversicherungs- und Schlachtviehversicherungsanstalten.

11) Wünschenswert erscheint es, die Konzession für die Errichtung einer Abdeckerei in Hinkunft daran zu knüpfen, daß der Betrieb den unter Ziff. 9 genannten Forderungen entspreche.

12) Da die Beschaffenheit des Betriebs der Abdeckereien wesentlich von der Ertragsfähigkeit derselben und die letztere wieder in erster Reihe von der Menge des verarbeiteten Rohmaterials abhängig ist, erscheint es zweckmäßig, die Zahl der Abdeckereien nicht ohne dringende

Gründe zu vermehren und den gedachten Anstalten die Verarbeitung der Schlachthofabfälle und des beschlagnahmten Fleisches zu überweisen.

13) Die allgemeine Versicherung der Haustierbestände gegen Verluste durch Krankheiten und Unglücksfälle ist auch vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege aus empfehlenswert, weil diese Maßregel die unschädliche Verwendung der minderwertigen, sowie des von kranken Tieren herrührenden, für den menschlichen Genuß geeigneten und ungeeigneten Fleisches erleichtert.

14) Die Unterstützung der Versicherung der Haustierbestände aus öffentlichen Mitteln rechtfertigt sich daraus, daß die Versicherung den Vollzug der Maßregeln zur Verhütung der Gefahren, welche die menschliche Gesundheit durch den Genuß schädlichen Fleisches bedrohen, unterstützt.

Im Vorstehenden sind die Anforderungen, welche man von den drei hierbei in Frage kommenden Standpunkten, dem des Hygienikers und Tierarztes einerseits, wie des gewerbetreibenden Landwirtes andererseits, zu stellen hat, näher angegeben.

Sie decken sich im allgemeinen, sodaß nur folgendes nach hinzugefügt werden soll:

Eine vollkommene Regelung des Abdeckereiwesens ist nur dann möglich, wenn ihr eine allgemeine obligatorische Fleischbeschau zur Seite steht. Dieselbe muß nicht nur in den größeren Städten, sondern auch in kleineren Orten und auf dem flachen Lande, hier wenigstens durch empirische Fleischbeschauer, geübt werden. — Unerläßlich ist sie bei Notschlachtungen.

Im übrigen wird in dieser Beziehung wie auch bezüglich der Frage vom Verkaufe genußfähigen, aber minderwertigen Fleisches an Freibänken auf den diesbezüglichen Band 3 dieses Werkes verwiesen.

Als von ganz besonderer praktischer Wichtigkeit seien hier die dort näher beschriebenen Bestrebungen hervorgehoben, sonst als ungenießbar zu verwerfendes Fleisch durch Sterilisation in geeigneten Apparaten dem Genuß zu erhalten.

Hier sei nur daran erinnert, daß derartige Versuche im größeren Maßstabe mit einem Dr. Rohrbeck'schen Apparate auf dem Berliner Centralschlachthofe durch den Direktor der städtischen Fleischbeschau Dr. Hertwig[56] angestellt worden sind. — Einen ähnlichen, nur einfacheren Apparat hat die Firma Rietschel & Henneberg in Berlin hergestellt.

Hoffen wir, daß diese vom nationalökonomischen Standpunkte auf das wärmste zu begrüßenden Versuche auch zu einem die Anforderungen der Hygiene und Bakteriologie befriedigenden Ziele führen.

V. Das durch Abdeckerei zu beseitigende Material.

Schließlich sei noch angeführt, welche Tierkadaver und Tierteile nach den Forderungen der deutschen Reichsgesetze und nach dem gegenwärtigen Stande unserer Wissenschaft zu beseitigen sind. — Ob dies durch die am wenigsten zu billigende Selbstabdeckerei der Viehbesitzer, durch Abdecker in einfacheren oder vollkommeneren Ab-

deckereien geschieht, ob man es in thermochemischen Apparaten oder Müllverbrennungsöfen, oder durch offene Verbrennung beseitigt, soll dabei außer Erörterung bleiben.

Jene Gegenstände zerfallen in folgende fünf Gruppen:

1) Die vollständigen Kadaver der an Rinderpest, Milzbrand, Rotz, Wutkrankheit verendeten Tiere, bei denen allen die Reichsviehseuchengesetze ausdrücklich das Abhäuten verbieten. Ferner würden hier noch folgende Krankheiten anzufügen sein: die Wild- und Rinderseuche (1878 bei München beobachtet[56]), sodann der dem Milzbrande verwandte Schweinerotlauf[58-61]. Fernerhin Pyämie, Septikämie und Pocken; Erysipel, Diphtheritis, eventuell Rauschbrand[62].

2) Die Kadaver ausschließlich der benutzbaren Häute, Klauen, Haare etc. von Tieren, welche erkrankt oder gefallen waren an Lungenseuche, hochgradiger Tuberkulose, an Typhen, schweren Entzündungskrankheiten, an allgemeiner Carcinose oder Sarkomatose. Auch die Kadaver ungeborener oder neugeborener Früchte, deren Hinzurechnung zu den „verdorbenen" Nahrungsmitteln das Reichsgericht in der Sitzung seines Strafsenats vom 3. Januar 1882 ausdrücklich anerkannt hat, würden vielleicht hierherzurechnen sein. Endlich die Kadaver von Tieren, bei welchen Finnen oder Trichinen gefunden waren (das ausgeschmolzene Fett derselben darf aber beliebig, sogar als Nahrungsmittel, verwandt werden); sowie von vergifteten Tieren, besonders bei Vergiftungen mit Blei-, Kupfer-, Quecksilberpräparaten, ferner bei Phosphor und Arsenik u. a.

3) Die kranken Organe von Tieren, welche sonst noch minderbankwertiges Fleisch liefern und auf die Freibank gehören, so z. B. die Gehirne mit Coenurus cerebralis, Lebern mit Egeln oder Echinokokken, Lungen mit Tuberkeln, vereinzelte Krebs- oder Sarkom- oder Aktinomykosegeschwülste etc. Ebenso auch diejenigen Teile, welche auf dem Fleischmarkte als zu den sub 1 und 2 aufgeführten Tieren gehörig konstatiert werden, z. B. finnige und trichinöse Speckseiten, rotziges Fleisch etc.

4) Alles faule und sonst verdorbene Fleisch, wohin auch gleich beschaffene Konserven, Fische, Crustaceen und dergleichen Dinge gehören.

5) Die Abgänge, Blut, Exkremente etc. der sub 1 genannten Tiere.

6) Endlich pflegt in Orten mit obligatorischer Fleischbeschau das derselben entzogene und deshalb ungestempelt in den Verkehr gebrachte Fleisch, wenn es auf Märkten und Verkaufsgeschäften von den kontrollierenden Polizeibeamten betroffen wird, der Abdeckerei zur Vernichtung überwiesen zu werden.

1) *Dr.* **Rich. Wehmer**, *Ueber Abdecker und Abdeckereien, V. f. öffentl. Ges.* 19. *Bd. H.* 2. (1887) 197.
2) *Dr.* **Beneke**, *„Von unehrlichen Leuten"*, *Hamburg, Besser & Nauke* (1863) 120 *ff.*
3) **Horn**, *Das Preufsische Veterinär-Medizinalwesen, Berlin* (1858) 177.
4) **Nobbe** *und* **Orth**, *Das Abdeckereiwesen und seine Regelung, Arch. d. Deutschen Landwirtschaftsrates* (1881) 5. *Bd.* 210.
5) *Preufs. Verwaltungsbl.* 13. *Bd. Nr.* 9 (28. *Nov.* 1891).
6) *ebenda* (1889) 283.
7) *Vergl. die Zusammenstellung von Gesetzen, Verordnungen und sonstigen Bestimmungen über das Veterinärwesen, insbesondere die Veterinärpolizei, sowie über verwandte Gebiete, welche am* 30. *Juni* 1891 *in Kraft waren, im Jahresbericht über die Verbreitung von*

Tierseuchen, bearbeitet im Kaiserl. Gesundheitsamte in Berlin, Berlin, Jul. Springer (1891) 5. *Bd.* 123 *ff.*

9) *Vergl.* **B. Beyer**, *Geh. Ober-Reg.-Rat, Viehseuchengesetze, Berlin, Paul Parey* (1886).

10) *Dr.* **Ewald Wolff**, *Reg.- u. Med.-Rat zu Breslau, Die neuen Veterinärgesetze, Breslau, W. G. Kern* (1876).

11) *Preufs. Verw.-Bl. vom* 19. *Nov.* 1892.

12) **Bollinger**, *Zoonosen, in von Ziemssen's Handbuch,* 3. *Bd.* 523.

13) *Adam's Wochenschr. f. Tierheilk.* (1881) 243.

14) **Gerlach**, *Die Fleischkost des Menschen, Berlin, Aug. Hirschwald* (1875) 122 *u.* 127.

15) **Orth**, *a. a. O., Arch. d. deutsch. Landwirtsch.-Rates* 5. *Bd.* 215.

16) **Flinzer**, *Eine Fleischvergiftung, V. f. ger. Med.* 40. *Bd.* 318 *ff.*

17) **Zündel**, *Jährliche Generalberichte über den Gesundheitszustand der Haustiere, die von* 1872—1877 *das Unter-Elsafs* (*gedruckt in Strafsburg bei O. Fischbach*), *von da ab Elsafs-Lothringen betreffen* (*gedruckt in Strafsburg bei R. Schultz & C. bis* 1881, *dann wieder bei O. Fischbach*).

18) **A. Baranski**, *Anleitung zur Vieh- und Fleischschau, Wien u. Leipzig, Urban & Schwarzenberg.*

19) **Postolka & Toscano**, *Die animalischen Nahrungsmittel des Menschen, Wien, Perles* (1893);

20) **Koch**, *Veterinär-Normalien, betr. das österreichische Veterinär-Wesen, Wien, Perles* (1893).

21) **Uffelmann**, *Darstellung des auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege in aufserdeutschen Ländern bis jetzt Geleisteten, Berlin, G. Reimer* (1878) 102 *f. u.* 608 *ff.*

22) *Vergl.* **Nobbe's** *Referat im Arch. d. D. Landwirtschaftsrates* (1881) 5. *Bd.* 198.

23) *Zur Aetiologie der Infektionskrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Pilztheorie, München, J. A. Finsterlin* (1881) 367—416. — **Bollinger**, *Bericht auf der Versammlung des V. f. öff. Ges.-Pfl. zu Braunschweig* (1890).

24) *Vergl. aufser der vorstehend bezeichneten* **Bollinger**'*schen Arbeit: Dr.* **J. J. Suter**-*Zürich, Die Fleischvergiftungen in Andelfingen und Klöten, München, M. Rieger'sche Universitäts-Buchhdlg.*, (1889). — *Den von Suter gezogenen Folgerungen vermag sich übrigens Verf. nicht durchweg anzuschliefsen.*

25) *Prof. Dr.* **Gaertner**, *Ueber die Fleischvergiftung in Frankenhausen a/Kyffhäuser und den Erreger derselben, Breslauer ärztl. Zeitschr.* (1888) *Nr.* 21—24.

26) *Kr.-W.-A. Dr.* **A. Heidenhain**-*Cöslin, Sanitätspolizeiliche Betrachtungen über die* §§ 10 —14 *des Nahrungsmittelgesetzes vom* 14. *März* 1879, *V. f. ger. Med. N. F.* 42. *Bd.* 137—147.

27) *Dr.* **H. Hertwig**, *Ueber die Einführung der Fleischschau in Orten ohne Schlachthäuser, Verh. d. Deutsch. Ges. f. öff. Gesundheitspfl.* 1892, *Berlin, Eug. Grosser* (1893) 94.

28) **Orth**, *Mafsregeln zur Vertilgung der Infektionsstoffe und Schmarotzer als Ursachen verschiedener tierischer Krankheiten, Arch. d. D. Landwirtschaftsrates* 4. *Bd.* 335 (1880),

29) *Vergl.* **Soyka**, *Abdeckereien in Eulenburg's Realencyklopädie, Wien und Leipzig* (1885) 1. *Bd.* 13.

30) **Anacker**, *Pathogenese des Milzbrandes, „Tierarzt"* (1881) 73—77.

31) *Revue für Tierheilkunde und Tierzucht* (1882) *Nr.* 2, *Tierarzt* (1882) 53 § 4.

32) **Soyka**. *Der Boden, in von Pettenkofer und von Ziemssen's Handbuch,* 1. *T.* 2. *Abt.* 3. *H.* 208 *ff.*, 224 *ff.*

33) **Bollinger**, *Ueber die Gefahren, welche der Gesundheit des Menschen von kranken Haustieren drohen, Deutsche Zeitschr. f. Tierm. u. vergl. Pathol.* 3. *Bd. H.* 1 *u.* 2.

34) **Bollinger**, *Zur Pathologie des Milzbrandes, München, Rud. Oldenbourg* (1872).

35) **Th. Adam**, *Unschädliche Beseitigung von Tierleichen, Adam's Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehzucht* (1883) 405.

36) **C. Reclam**, *Die Beseitigung der Tierleichen ohne hygienische Nachteile und zum Vorteile der Gemeindekasse, „Gesundheit"* 1. *Bd.* 114 (*Nr.* 8 *u.* 12).

37) **Nowak**, *Hygiene,* 793.

38) **Dammann**, *Die Notwendigkeit und die Grundzüge eines einheitlichen Viehseuchengesetzes für das Deutsche Reich, Berlin, Wiegand, Hempel u. Parey* (1875) 79.

39) **Eulenberg**, *Lehrbuch der Gewerbehygiene, Berlin, Aug. Hirschwald* (1876) 592.

40) 2. *Verwaltungsbericht des Kgl. Polizeipräsidiums von Berlin für die Jahre* 1881 —1890, *Berlin, W. Moeser'sche Hofbuchhandlung* (1892) 169 *ff.*

41) *Vergl. die Generalberichte der Regierungs-Medizinalräte zu Berlin über das öffentliche Gesundheitswesen in Berlin, früher bei A. W. Hayn's Erben, jetzt bei Th. Chr. Fr. Enslin* (*Rich. Schoetz*) *erschienen.*

42) **Esser**, *Abdeckereiwesen, Eulenberg's Handbuch des öff. Ges.-Wes., Berlin, Aug. Hirschwald* (1881), 1. *Bd.* 48—55.

43) **Brandes**, *Die Notwendigkeit eines Schlachthauses für Hannover, Hannover, Carl Meyer* (1874), 12.

44) **Leonhardt**, *Die Abdeckerei in Frankfurt a/Main, Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilhunde* 12. *Bd.* 409 *f.*

45) **Palmberg** (*übers. von Hamon*), *Traité d'hygiène publique, Paris, Gust. Doin* (1891) 463.
46) *Amtlicher Bericht des Präsidiums der Polizei-Direktion von Wien, Wien, Alfred Hölder* (1893).
47) **Rud. Henneberg**, *Der Kafilldesinfektor, Apparat zum Sterilisieren von Tierleichen, Fleischabfällen u. dergl. unter Gewinnung von Fett, Leim und Dungpulver* (*D. R.-P. Nr.* 57 349) *Berlin, Jul. Springer* (1892). — *Vergl. Schmidts Jahrb.* 234. *Bd.* 218.
48) **Liebe**, *Versuchsergebnisse mit dem Kafilldesinfektor, Zeitschr. f. Fleisch- und Milch-Hyg.* 3. *Jahrg. H.* 1 *u.* 2.
49) **Schmaltz**, *Bemerkungen über den Kafilldesinfektor, Berl. tierärztl. Wochenschrift* (1892) *Nr.* 48.
50) **Beyersdörfer**, *Ueber den Kafilldesinfektor, ebenda Nr.* 47, *siehe Hyg. Rundschau* (1893) *Nr.* 8 *S.* 464 *ff.*
51) **Ostertag**, *Handbuch der Fleischschau, Stuttgart, Ferd. Enke* (1892) 556—560.
52) *Veröff. d. Kais. Ges.-A.* (1886) 10. *Bd.* 493.
53) *Briefliche Mitt. des Präsidenten des Royal Veterinary College in London Dr.* **Mc Fadyan** *an Dr. Th. Weyl.*
54) *Bericht über die am* 3. *und* 4. *August* 1878 *in Hannover stattgefundene vierte Versammlung des Deutschen Veterinärrates, Augsburg, W. Lüderitz* (1879).
55) *Zeitschr. f. Fleisch- und Milch-H.* 3. *Bd. H.* 3, *Hyg. Rundschau* (1893) 182. *Programm der Würzburger Versammlung* (1893).
56) *Dr.* **Hertwig**, *Ueber Kochverfahren zum Zwecke der Erhaltung des Fleisches kranker Tiere als Nahrungsmittel, V. f. öff. Ges.* 24. *Bd.* 3. *H.*
57) *Vergl.* **Bollinger**, *Ueber eine neue Wild- und Rinderseuche, München, Finsterlin* (1878).
58) *Vergl.* **Schütz**, *Ueber den Rotlauf der Schweine und seine Impfung, Arb. a. d. Kais. Ges.-A.* 1. *Bd. H.* 1 *u.* 2 (1885).
59) **Löffler**, *Experimentelle Untersuchungen über Schweinerotlauf, ebenda* (1885) 1. *Bd.* 46.
60) **Lydtin** *und* **Schottelius**. *Der Rotlauf der Schweine, seine Entstehung und Verhütung.*
61) **Schütz**, *Ueber die Schweineseuche, Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk.* 12. *Bd.* 218—270.
62) *Vergl.* **Lemcke's** *Fütterungsversuche, Adam's Wochenschr. f. Tierheilk.* (1885) 319.
63) **H. Kori**, *Verbrennungsöfen für Abgang- und Unratstoffe aller Art, Ges.-Ing Nr.* 7 (1893).
64) *Vgl. ferner* **Uffelmann**, *Abdeckereien in Eulenburg's Real-Encyclopädie.* 3. *Aufl.* (1893) 18 *ff.*, *desgl. dessen Handb. d. Hygiene* 825 *f.*

Register.

STRASSENHYGIENE

D. I.

STRASSEN-PFLASTERUNG, -REINIGUNG UND -BESPRENGUNG,

SOWIE

BESEITIGUNG DER FESTEN ABFÄLLE.

BEARBEITET

VON

E. RICHTER,

BAU-INSPEKTOR UND VORSTAND DER ABTEILUNG FÜR SIELWESEN, STRASSENREINIGUNG UND ABFUHR AM CENTRALBUREAU DES INGENIEURWESENS DER I. SEKTION DER BAUDEPUTATION IN HAMBURG.

MIT 35 ABBILDUNGEN IM TEXT.

HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ZWEITE ABTEILUNG.
ZWEITE LIEFERUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1894.



Inhaltsübersicht.

Verzeichnis der Abbildungen.

No. 1, 3, 5, 11, 12 und 35 nach im diesseitigen Auftrage aufgenommenen Photographien.

No. 2, 27 und 28 diesseits in den betreffenden Mafsstab übertragene, gedruckte Prospekte der Fabrikanten.

No. 4, 6, 7, 8, 9, 10 Originalzeichnungen.

No. 13 und 13a nach dem im Litteratur-Verzeichnis Seite 230 No. 25 angegebenen Aufsatz im Gesundheits-Ingenieur vom Bau-Insp. Maurer in Stuttgart.

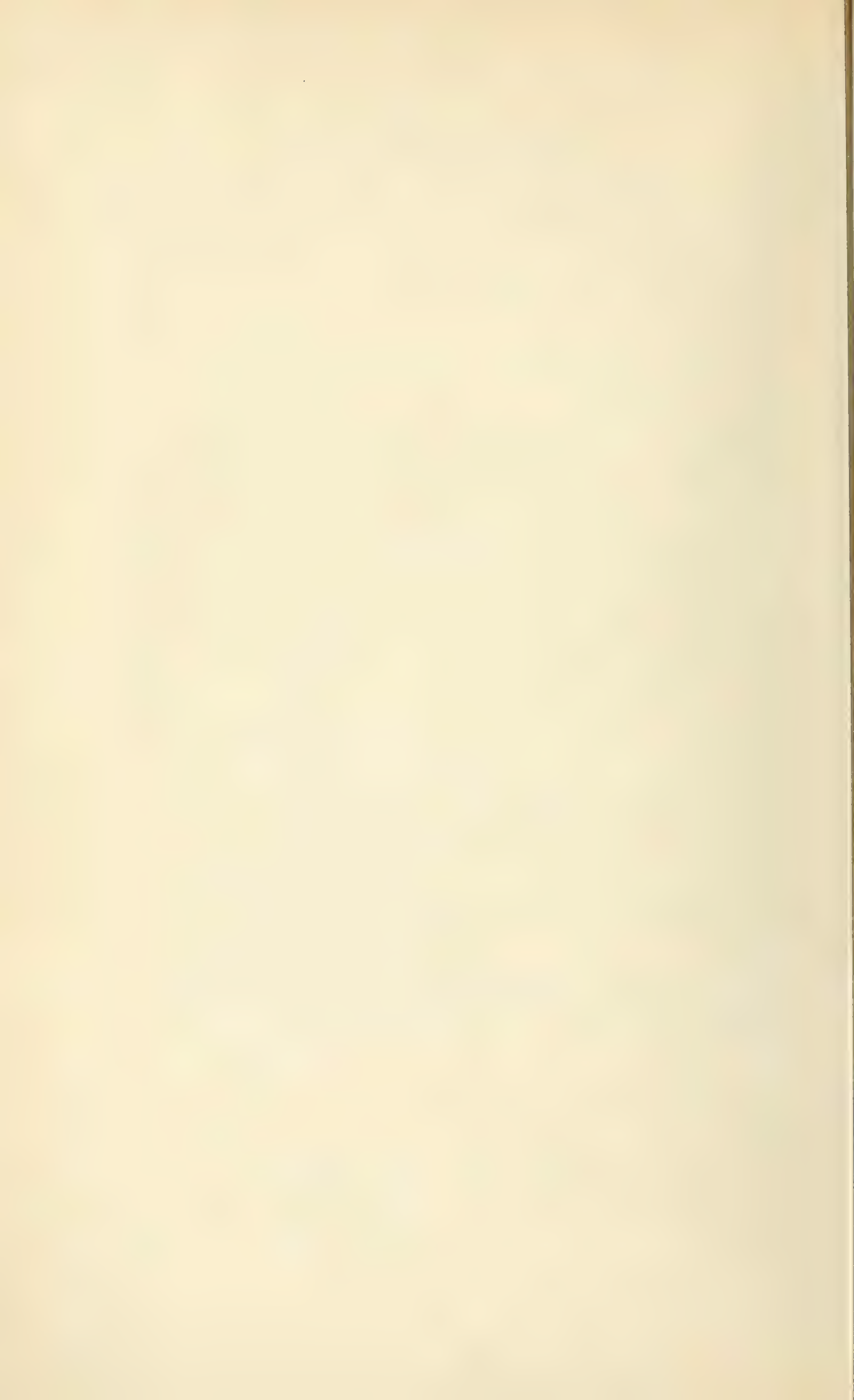
No. 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 und 25 nach meinen Zeichnungen, welche bereits zum Artikel von mir in der Deutschen Bauzeitung benutzt wurden. Siehe Litteratur-Verzeichnis Seite 230 No. 14.

No. 26 nach einer mir vom Ingenieur Roechling in Leicester übermittelten Zeichnung von mir in den jetzigen Mafsstab übertragen.

No. 29 und 30 nach einer mir von Mr. Whiley überlassenen Zeichnung von mir verkleinert.

No. 31 und 32 Auszug aus einer vom City-Engineer H. P. Boulnois überlassenen Zeichnung und übertragen in den jetzigen Mafsstab.

No. 33 und 34 nach einer von dem Direktor Smeyers überlassenen Zeichnung in den jetzigen Mafsstab übertragen.



Was ist Strassenhygiene?

Seitdem durch die Bakteriologie das Wesen der meisten Infektionskrankheiten erkannt ist, hat sich immer mehr die Anschauung Bahn gebrochen, daß die Sorge für die Reinhaltung der Luft und des Bodens in den Städten zu den wichtigsten Aufgaben der Stadtverwaltungen gehört. Daß mit Rücksicht hierauf den bezüglichen Teilen der öffentlichen Gesundheitspflege, nämlich der Straßenpflasterung, -reinigung und -besprengung im vorliegenden Handbuch unter dem Sammelnamen „Straßenhygiene" ein etwas weiterer Raum, als sonst gebräuchlich, überlassen ist, dürfte um so mehr gerechtfertigt sein, weil diese Fragen bisher selten im Zusammenhange, sondern meist nur in zerstreuten Artikeln der Fachzeitschriften behandelt wurden. Die öffentlichen Bedürfnisanstalten, deren Betrieb jetzt meistens der Straßenreinigung unterstellt wird, haben kurze Berücksichtigung gefunden. Die Beseitigung der festen Abfälle, welche man bisher in ähnlichen Werken nur nebensächlich bei der allgemeinen Abfuhrfrage zu besprechen pflegte, ist wegen des Zusammenhangs dieser Frage mit der Straßenreinigung und wegen der Wichtigkeit, welche der unschädlichen Beseitigung des Straßenkehrichts, des Hausunrats und der gewerblichen Abfälle in neuerer Zeit vom hygienischen Standpunkt beigemessen wird, an dieser Stelle in ausführlicher Weise behandelt, wobei namentlich auf das bisher in Deutschland wenig bekannte, aber in England zu immer größerer Verbreitung gelangende Verbrennungsverfahren gebührende Rücksicht genommen ist.

I. Strassen-Pflasterung.

Einleitung.

Die an verschiedenen Stellen freigelegten altrömischen Heerstraßen geben nicht nur ein beredtes Zeugnis dafür, daß die Kunst des Wegebaues uralt ist, die technische Durchbildung und sorgfältige praktische Ausführung dieser Straßen läßt sogar auf einen hohen Stand dieser Kunst, wie auf einen nicht unerheblichen Verkehr auf diesen Straßen schließen. Die damaligen Straßen hatten jedoch nur den Zweck der Verkehrserleichterung, indem die Befestigung der Straßenoberfläche das Einsinken der Räder und Hufe verhindern und dadurch die Kraft der

Lasttiere schonen sollte. Auf gesundheitliche Fragen brauchte bei den damaligen Straßen ebenso wie bei unseren jetzigen Straßen in ländlich bebauten Gegenden wenig Rücksicht genommen zu werden. Erst die Zusammendrängung großer Bevölkerungsmassen in den eng bebauten modernen Städten und die dadurch hervorgerufene Konzentration des Verkehrs in den Straßen machte es erforderlich, eine zweckmäßige Ausdehnung und Konstruktion der Straßenpflasterung vom Standpunkt der Gesundheitslehre in Erwägung zu ziehen. Namentlich der neueste Zweig der hygienischen Wissenschaft, die Bakteriologie, hat uns über früher nicht geahnte Gefahren belehrt, welche infolge ungenügender oder unzweckmäßiger Straßenbefestigung und damit zusammenhängender mangelhafter Beseitigung des Straßenunrats für die städtische Bevölkerung entstehen können.

Forderungen an eine ideale Strafsenbefestigung.

Die vom heutigen Standpunkt der Gesundheitslehre zu erhebenden Forderungen an eine ideale Straßenbefestigung lassen sich, wie folgt, formulieren:

1) Geringe Abnutzung. Je größer die Abnutzung, desto größer wird bei trockenem Wetter die lästige Staubbildung, bei nasser Witterung die widerliche Schmutzbildung auf der Straße sich ergeben. Wenngleich der Staub bei den meisten Pflasterarten nur aus mineralischen Bestandteilen gebildet wird, welche als Nährboden für die den menschlichen Körper schädigenden Mikroorganismen nicht in Frage kommen, so muß derselbe doch als geeignetes Uebertragungsmittel solcher Keime betrachtet werden. Selbst von dieser Uebertragungsfähigkeit abgesehen, ist der reine mineralische Staub in mehrfacher Hinsicht dem menschlichen Organismus schädlich, indem er nicht nur leicht eine krankhafte Reizung der Atmungsorgane und der Augen herbeiführt, sondern auch die Hautthätigkeit beeinträchtigt.

2) Ebenheit und gleichmäßige Abnutzung. Auf unebenem Pflaster werden die menschlichen und tierischen Kräfte mehr angespannt als auf ebenem, auch wirkt die Erschütterung beim Fahren gleich nachteilig auf das Nervensystem der Fahrenden wie der Anlieger. In den Vertiefungen des Pflasters sammelt sich der Straßenunrat und bleibt daselbst auch bei der Reinigung der Straße leicht liegen. Die Ebenheit darf jedoch nicht zur Glätte gesteigert werden.

3) Geräuschlosigkeit des Pflasters ist eine der jüngsten Forderungen, welche namentlich in den verkehrsreicheren Straßen der Großstädte anerkannt werden muß. Durch das Aufschlagen der Pferdehufe auf das Pflaster, mehr aber noch durch das Rollen der Wagenräder über ein unebenes Pflaster und die dadurch hervorgerufene Erschütterung, sowohl des Wagens mit Inhalt, wie der anliegenden Häuser, entsteht ein Geräusch, welches in seiner stetigen Wiederholung den durch die mannigfachsten Anfechtungen des modernen großstädtischen Lebens ohnehin überanstrengten Nerven der städtischen Bevölkerung nur schädlich sein kann.

4) Leichte Reinhaltung. Im allgemeinen läßt sich ein Pflaster um so besser reinigen, je ebener dasselbe ist; bei feuchtem, nebligem Wetter macht jedoch die Reinigung der meisten Pflasterarten große Schwierigkeiten, da der Straßenkot alsdann eine zähe, schmierende Masse bildet, welche allen mechanischen Werkzeugen widersteht. In

diesem Stadium ist die Spülung der Straße das einzige Mittel, um den wünschenswerten Reinheitszustand zu erhalten, und dieser Spülung muß das Pflaster ohne Gefahr für seine Erhaltung widerstehen können. Gewisse Pflastermaterialien geben durch Aufsaugung der Feuchtigkeit leichter Ursache zur Schlüpfrigkeit der Straßen, als andere.

5) Wasserdichtigkeit. Mehr und mehr bricht sich die Anschauung Bahn, daß die Versickerung des Tagewassers in den Boden dichtbebauter Städte wegen der aus dem Straßenunrat aufgelösten und mitgeführten organischen Bestandteile zur allmählichen Versumpfung des Bodens führt, daß deshalb nicht nur eine vollständige Auspflasterung der mit dem Verkehr, resp. mit den dadurch hervorgebrachten Verunreinigungen in Berührung kommenden Straßenflächen, sondern auch eine möglichste Wasserdichtigkeit des hier angewandten Pflasters erstrebt werden muß. Mindestens sollte man aber überall dort auf die Wasserdichtigkeit des Pflasters Gewicht legen, wo durch die Natur der Benutzung der betreffenden Flächen eine vermehrte Verunreinigung gegeben ist, z. B. bei Droschkenständen oder den zur Ableitung von Gebrauchswasser dienenden Rinnsteinen.

6) Schnelle Abtrocknung. Je ebener das Pflaster, je weniger hygroskopisch das Material ist, um so leichter trocknet das Pflaster. Nur bei leichten Regenfällen von kurzer Dauer, bei welchen das Material also noch nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, trocknen die hygroskopischen Pflastermaterialien leichter ab, werden dann aber meist schlüpfrig.

7) Geruchlosigkeit. Ein Geruch des Pflasters kann, sowohl durch die im Material selbst enthaltenen flüchtigen Bestandteile, z. B. Bitumen, wie durch aufgenommene Bestandteile, Jauche etc., entstehen.

8) Geringe Wärmestrahlung resp. gute Wärmeleitung. Das Pflaster soll im Sonnenschein weder die Wärmestrahlen zurückwerfen, noch sich unter den Strahlen selbst erhitzen, sondern die Wärme möglichst schnell an den Untergrund abgeben.

Das Ideal einer Pflasterung, welches allen vorstehenden Bedingungen entspricht, ist leider bis jetzt nicht gefunden; jede Pflasterart läßt noch in Bezug auf eine und die andere Forderung mehr oder weniger zu wünschen übrig, und es muß deshalb in jedem Falle überlegt werden, welche dieser Forderungen in erster Linie zu erfüllen ist, um danach die zweckmäßigste Pflasterkonstruktion zu wählen.

Besprechung der einzelnen Pflasterarten.

Es soll nun im Nachstehenden erörtert werden, wie weit die zur Zeit gebräuchlichen Pflasterarten den vorstehenden Anforderungen genügen:

A. Fahrdammpflasterung.

a) Steinschlagbahnen

entsprechen nur wenig den gesundheitlichen Forderungen. Die Abnutzung und damit die Staub- und Kotbildung ist bei diesem Pflaster am stärksten. Bei guter Unterhaltung und leichtem Verkehr bieten dieselben zwar eine ebene, angenehm zu befahrende Oberfläche, bei lebhafterem und schwererem Verkehr sind sie dagegen trotz aller Sorgfalt nur schwer in gutem Zustande zu erhalten und verursachen

dann so große Kosten für Reinigung und Unterhaltung, daß sie den Vergleich mit anderen Pflasterungen nicht aushalten. Ein Vorteil der Steinschlagbahnen ist die Geräuschlosigkeit, in welcher Beziehung dieselben gleich hinter dem Holz- oder Asphaltpflaster stehen. Die Reinhaltung ist außerordentlich schwierig, da der in großer Menge entstehende Abraum bei normalem Wetter sehr zähflüssig ist und deshalb nur mit Handkratzen oder Kratzmaschinen beseitigt werden kann. Die Kehrmaschine kann nur bei sehr nassem oder ganz trockenem Wetter Verwendung finden. Spülung der Steinschlagbahnen vom Hydranten aus ist ebenfalls nicht angebracht, da der Wasserstrahl das Gefüge des Pflasters leicht zerstört. Mit Bezug auf Wasserdichtigkeit und Wärmestrahlung sind die Steinschlagbahnen dem Steinpflaster in Sandbettung ziemlich gleichwertig.

b) Steinpflaster

aus natürlichen oder künstlichen Steinen in Sandbettung ist den Steinschlagbahnen in gesundheitlicher Beziehung entschieden vorzuziehen, da die Abnutzung, wenigstens bei gutem Material, geringer und gleichmäßiger ist. Je härter das Material, je geringer ist natürlich die Abnutzung. In dieser Beziehung verdienen deshalb Basalt, Granit und Porphyr den Vorzug vor Kohlensandstein, Grauwacke und ähnlichen Materialien. Alle künstlichen Materialien, als Klinker, Thonplatten, Schlackensteine, Asphaltsteine u. s. w. haben sich bis jetzt unter schwerem Verkehr als zu spröde oder zu weich ergeben und deshalb nicht die Anwendung gefunden, welche ihnen wegen der gleichmäßigen Form und ebenen Flächenbegrenzung zu wünschen wäre. Bei dem Pflaster aus natürlichen Steinen unterscheidet man je nach der Bearbeitung polygonales oder rauhes Pflaster und prismatisches oder Reihenpflaster. Die Abnutzung bei letzerer Pflasterart ist bei gleichem Material geringer, weil die Steine lagerhafter bearbeitet sind, in der Regel auch größere Dimensionen aufweisen und deshalb den Stößen des Verkehrs mehr Widerstand leisten können.

Meistens wird das Steinpflaster noch jetzt auf Sand- oder Kiesbettung und mit Sandfüllung in den Fugen hergestellt, wobei sich die Sandfuge bei trockenem Wetter durch die, infolge des Verkehrs entstehende, geringe Bewegung der Steine löst und allmählich unter Senkung des Steines hervorquillt und so die Menge des Abraums erheblich vermehrt. Letztere, früher vielfach bestrittene Thatsache geht aus der Statistik der Kehrichtmenge bei verschiedenen Witterungsverhältnissen untrüglich hervor. Aus diesem Grunde ist man neuerdings mit einer Unterbettung des Steinpflasters aus gewalzter Steinpacklage oder noch besser aus Teerkonkret oder Cementbeton vorgegangen, wobei man gleichzeitig die Pflasterfugen entweder mit Cementmörtel oder mit einer Mastixmasse, auch wohl Pflasterkitt oder Asphalt gescholten, vergießt, welche aus Teer, Pech, Harz, Kreide etc. in verschiedener Mischung besteht. Auch bei Pflaster auf Sandbettung hat man den Fugenverguß vielfach mit Erfolg angewandt und findet dieser in den größeren Städten mehr und mehr Anwendung.

Die Ebenheit des polygonalen Steinpflasters auf Sandbettung läßt viel zu wünschen übrig. Besser ist in dieser Beziehung schon Reihenpflaster auf Sandbettung, noch besser dieses Pflaster mit Fugenverguß und am besten mit gleichzeitiger fester Bettung. Bei sehr festem Material kann sich die Ebenheit der letzteren Pflasterart sogar bis zu

einer dem Fahrverkehr in Steigungen lästigen Glätte steigern. Harte Materialien in Sandbettung bekommen unter der Einwirkung der Pferdehufe oft rundliche Köpfe, sodaß die Ebenheit und damit die Geräuschlosigkeit vermindert, die Reinhaltung erheblich erschwert wird. Im allgemeinen ist es erwünscht, nicht zu kleine Dimensionen für den Kopf der Steine anzunehmen, da das Pflaster dadurch einen saubereren Eindruck macht, sich auch besser reinigen läßt. Für Steigungen sind jedoch schmälere Steine erforderlich, um den sicheren Eingriff der Pferdehufe zu fördern.

Das Steinpflaster ist wohl die geräuschvollste aller Pflasterarten, doch läßt sich das Geräusch durch sorgfältige Bearbeitung der Steine, Fugenverguß und feste Unterlage erheblich vermindern.

Die Reinhaltung des Steinpflasters ist in erster Linie von der Ebenheit desselben abhängig. Es verdient deshalb das Pflaster mit Fugenverguß und fester Unterbettung auch hier den Vorzug. Hervorzuheben ist noch, daß das Vergußpflaster unbedenklich vom Hydranten aus gespült werden kann, ohne in seiner Struktur geschädigt zu werden, während die Sandfuge leicht ausgespült und damit das Gefüge des in Sand gebetteten Pflasters leicht gestört wird.

Auch mit Bezug auf Wasserdichtigkeit und leichte Abtrocknung gewinnt das Pflaster erheblich durch den Fugenverguß, dagegen belästigt der Asphaltverguß unter der Einwirkung der Sonne, namentlich aber während der Herstellung, die Geruchsorgane der Anwohner und Passanten. Ebenso nimmt die Wärmestrahlung durch den Fugenverguß zu.

c) Holzpflaster

ist infolge der geringeren Festigkeit und der Vergänglichkeit des Materials der Abnutzung mehr ausgesetzt als Steinpflaster. Solange das Pflaster neu ist, läßt die Ebenheit bei sorgfältiger Ausführung kaum etwas zu wünschen übrig; sehr bald geht die Ebenheit jedoch durch Abnutzung und Fäulnis zurück, und es bilden sich Schlaglöcher, welche nur schwer auszubessern sind. Den Pferdehufen bietet das Holzpflaster in der Regel den nötigen Reibungswiderstand, bei dem geringsten Frostwetter bildet sich auf demselben jedoch Reif und damit Glätte, welche durch Bestreuung mit abstumpfendem Material beseitigt werden muß, um Unglücksfälle zu verhüten. Im Winter ist die Glätte auf Holzpflaster oft gefährlicher als auf dem Asphaltpflaster. Mit Bezug auf Geräuschlosigkeit ist das Holzpflaster allen bis jetzt gebräuchlichen Pflasterarten überlegen, da auf demselben sowohl das Geräusch der Räder, als dasjenige der Pferdehufe erheblich gemildert wird. Die Reinhaltung des Holzpflasters macht mit zunehmender Abnutzung immer größere Schwierigkeiten, da das Holz allmählich seinen Bitumengehalt verliert, faserig und schwammig wird und in diesem Zustande die Unreinigkeiten aufsaugt und nur schwer wieder abgiebt. Das Pflaster erfordert deshalb eine ununterbrochene Wartung und öftere Spülung vom Hydranten aus, um einen guten Reinlichkeitszustand auf demselben zu erhalten. Das Holzpflaster selbst ist nicht wasserdicht, wohl aber die für dasselbe unumgängliche Betonbettung. Das Holzpflaster hält die Feuchtigkeit so außerordentlich an, daß es eigentlich nur unter der Einwirkung der Sonne vollständig austrocknet; es ist demnach als guter Nährboden für die im Straßenunrat vorhandenen Bakterien aufzufassen. Infolge

des Bitumengehaltes des Holzmantels und der von dem Holz aufgesogenen Jauche, welche allmählich in Fäulnis übergeht und dieselbe auf den Mantel überträgt, verbreitet das Holzpflaster in der Regel einen unangenehmen Geruch. Versuche, die Fäulnis des Holzes durch Imprägnation mit Teerpräparaten, Chlorzink etc. zu verhindern, haben bis jetzt keinen durchschlagenden Erfolg gehabt; ebenso dürfte die in London gebräuchliche Besprengung (Desinfektion?) des Holzpflasters mit stark verdünntem Ammoniakwasser kaum besonderen Wert besitzen. Die Asphaltvergußmasse für das Holzpflaster ist von derjenigen, welche jetzt für das Steinpflaster gebräuchlich ist, wenig verschieden, sodaß die Belästigung der Geruchsnerven während der Herstellung dieselbe ist. Es ist zu Holzpflaster Föhren-, Kiefern-, Buchen- und Eichenholz, ferner amerikanisches pitch pine und yellow pine, neuerdings auch Jarra aus Australien verwandt. Mit Bezug auf die Abnutzung hat sich pitch pine in sorgfältiger Sortierung bis jetzt am besten bewährt, und dürfte deshalb auch dieses den Vorzug in sanitärer Beziehung verdienen. Im allgemeinen scheint die Haltbarkeit des Holzpflasters nicht nur von der sorgfältigen Herstellung, sondern auch vom Klima abhängig zu sein, wenigstens hat man bis jetzt in Deutschland nirgends so günstige Resultate mit diesem Pflaster erzielt, wie in Paris. In Deutschland betrachtet man das Holzpflaster zur Zeit mehr oder weniger als ein notwendiges Uebel.

d) Asphaltpflaster

ist vom hygienischen Standpunkte unzweifelhaft die beste aller bis jetzt bewährten Pflasterarten. Man unterscheidet Guß- und Stampfasphalt. Gußasphalt hat in letzter Zeit den Anforderungen eines schwereren Verkehrs nicht recht standhalten wollen, doch ist dies vermutlich auf mangelhafte Technik zurückzuführen, da an einzelnen Stellen in früheren Jahren ganz gute Resultate erzielt sind. Der Gußasphalt hat vor dem Stampfasphalt eine geringere Glätte voraus. Die Abnutzung des Stampfasphalts ist eine geringe und fast gleichmäßige. Die Ebenheit ist vollkommen, artet sogar leicht zur Glätte aus. Es ist deshalb bei diesem Pflaster nur ein geringes Längs- und Quergefälle statthaft (bis 1 : 60), und bei feuchtem Wetter, bei welchem die Glätte am stärksten ist, muß eine leichte Besandung des Pflasters vorgenommen werden. Die Geräuschlosigkeit ist nur eine bedingte, da auf dem Asphaltpflaster zwar das Geräusch der Räder, nicht aber das Getrappel der Pferdehufe aufgehoben ist. Störend wirken mit Bezug auf Geräusch bis jetzt noch die in der Fahrbahn liegenden Eisenteile der Regeneinläufe, Wasserschosse, Kanaleingänge etc. Man sollte versuchen, diese Eisenteile soviel wie möglich in den geräuschlosen Fahrbahnen zu vermeiden. Ebenso ist die Verwendung von Saumsteinen neben den Pferdebahnschienen im Interesse der Geräuschlosigkeit nicht erwünscht und nach neueren Erfahrungen auch wohl zu entbehren. Die Reinhaltung des Pflasters ist eine außerordentlich leichte, jedoch ist auch hier unausgesetzte Wartung erforderlich, da der feuchte Pferdedung leicht zum Ausgleiten der Pferde Veranlassung giebt und deshalb in kürzester Zeit entfernt werden muß. Die Spülung vom Hydranten sowohl, wie durch Wasserwagen mit folgendem Gummischieber ist vom besten Erfolg begleitet. Kein Pflaster macht einen so sauberen Eindruck, wie das Asphaltpflaster. Die Wasserdichtigkeit ist vollkommen, und die Abtrocknung erfolgt außerordentlich schnell. Die Annahme, daß das

Asphaltpflaster infolge der geringen Abnutzung und der leichten Reinhaltung wenig Anlaß zur Staubbelustigung gebe, ist eine irrige; im Gegenteil wird von den Anliegern der Asphaltstraßen, namentlich den Ladenbesitzern, über eine starke Staubbildung geklagt, ja es wird sogar behauptet, daß man vom Turm des Berliner Rathauses die Asphaltstraßen an der über diesen Straßen lagernden Staubwolke erkennen könne. Diese starke Staubbildung dürfte auf folgende Ursachen zurückzuführen sein: Auf der ebenen Pflasterunterlage werden alle fremden Bestandteile zu einem feinen Pulver zermahlen, welches nun durch den leichtesten Wind auf der glatten Fläche hin und her gewirbelt wird und nicht, wie bei unebenem Pflaster, in den Vertiefungen abgelagert werden kann. Hierzu kommt, daß die Besprengung nur mäßig, meist nur in Form der Spüluug mit nachfolgendem Abtrocknen mittelst Gummischiebern vorgenommen werden kann, um die sonst leicht entstehende, den Verkehr gefährdende Glätte zu beseitigen, wenn man sich nicht, wie in London, sogar darauf beschränkt, nur die Rinnsteinfläche zu besprengen. Infolge der schnellen Abtrocknung wirkt die Besprengung auch wenig nachhaltig. Das Asphaltpflaster ist fast geruchlos, nur bei starker Sonnenhitze ist ein schwacher Bitumengeruch bemerkbar. Bei der Erhitzung des Asphalts für die Herstellung entwickeln sich allerdings unangenehme Dünste, doch pflegt man in neuerer Zeit diese Vorbereitung des Asphalts außerhalb des städtischen Gebiets in der Fabrik vorzunehmen und die erhitzte Masse in besonderen Apparaten nach der Verwendungsstelle zu fahren, sodaß die Belästigung bei Neu- und Reparaturarbeiten auf ein Minimum reduziert ist. Die starke Wärmestrahlung des Asphalts ist dagegen eine üble Eigenschaft, denn das Begehen einer den Sonnenstrahlen ausgesetzten Asphaltfläche gehört nicht zu den Annehmlichkeiten.

e) Eisenpflaster,

aus gußeisernen Rahmen mit Steinschlagausfüllung, wie solches in Warschau und probeweise auch in Hamburg zur Ausführung gebracht ist, hat keine bedeutende Ausdehnung gefunden. Vom hygienischen Standpunkt sprechen dagegen namentlich die schlechte Reinhaltung, die geringe Wasserdichtigkeit und das unangenehm vibrierende Geräusch bei der Befahrung desselben infolge der regelmäßigen Stöße der Wagenräder auf den rechtwinklig zur Straßenrichtung, maschenartig vortretenden Eisenrippen.

f) Eisenrippenpflaster,

für welches in letzter Zeit so sehr Reklame gemacht ist, braucht hier nicht weiter erwähnt zu werden, da dasselbe die Probe auf Haltbarkeit, unter Berücksichtigung des hohen Preises, erst bestehen soll, während dasselbe in Bezug auf Geräuschlosigkeit und Reinhaltung gegen das Asphaltpflaster zurücksteht.

Folgerungen.

Kurz rekapituliert würden sich aus Vorstehendem folgende Vorschläge für die Pflasterung des Fahrdamms ergeben: In den Städten ist für eine vollständige Auspflasterung aller Straßen Sorge zu tragen. Steinschlagbahnen sollten nur für die ländlich bebauten Straßen ohne größeren Verkehr zugelassen werden. Die Verwendung des polygonalen Pflasters ist auf den provisorischen Ausbau der Straßen zu beschränken.

Für die definitive Herstellung muß mindestens Reihenpflaster aus prismatischen Steinen mit Fugenverguß verlangt werden; soweit dies mit Rücksicht auf die in den Fahrbahnen liegenden Leitungen angängig ist, unbedingt aber unter den Pferdebahngleisen, soll dasselbe auf fester Bettung, möglichst auf Beton, hergestellt werden. In Luxusstraßen und dort, wo sonst Geräuschlosigkeit des Pflasters erwünscht ist, ist Stampfasphalt zu legen, und nur in Steigungen über 1 : 60 oder vor Gebäuden, wo es auf äußerste Geräuschlosigkeit ankommt, z. B. vor Krankenhäusern, ist Holzpflaster zu verwenden. Asphaltpflaster ist auch in sehr engen Straßen mit schmalen Fußwegen im Interesse der Fußgänger angebracht.

Das Quergefälle muß sich im allgemeinen nach der Ebenheit des Pflasters richten, sollte jedoch, zur Vermeidung von Unglücksfällen durch Seitwärtsrutschen der Wagen, nicht zu groß sein und an keiner Stelle bei Steinpflaster 1 : 25, bei Holzpflaster 1 : 40 und bei Asphalt 1 : 60 übersteigen.

Die Pferdebahnschienen bilden in den meisten Städten eine der schlimmsten Schwierigkeiten für die Erhaltung des Pflasters. Da sich auch das übrige Fuhrwerk mit Vorliebe auf den Schienen hält, so werden die Schienen in ihrer Unterstützung und ihren Stoßverbindungen bald gelockert, die unmittelbar neben den Schienen liegenden Steine etc. werden mehr abgenutzt als das übrige Pflastermaterial, und so bildet sich bald an jeder Schiene eine Rinne, in welcher bei der Reinigung der Kehricht liegen bleibt und dann im Verein mit dem Regen- und Sprengwasser eine unangenehme, durch die Fuhrwerke bald wieder über die ganze Straße getragene Schmutzmasse bildet. Um diesem Uebelstande möglichst abzuhelfen, ist eine Unterbettung der Gleise mit Beton, sowie die Einrichtung einer Entwässerung der Schienenrinnen erforderlich, welche gleichzeitig die im Winter durch das Salzstreuen der Pferdebahnen auf der Straße entstehende, die Gesundheit der Passanten schädigende Salzlake abführt.

B. Herstellung von Reitwegen.

Da das Reiten als eine die Gesundheit fördernde Leibesübung zu betrachten ist, sollte auf die Herstellung und Erhaltung von Reitwegen auch in den Städten Gewicht gelegt werden. Mindestens sollten die Hauptstraßen, welche die Verbindung mit den für diesen Sport geeigneten Außenbezirken herstellen, mit Reitwegen versehen werden. Mit Rücksicht auf die Anwohner müssen derartige Reitwege aber gut drainiert und aus nicht stäubenden Materialien hergestellt werden. Eine Mischung von feinem Kies oder reinem Sand mit Sägespänen und Gerberlohe hat sich zu diesem Zweck sehr gut bewährt, da diese Mischung, ohne den Abzug der Feuchtigkeit zu verhindern, dieselbe doch längere Zeit anhält, während die in der Lohe enthaltene Gerbsäure die Fäulnis zurückhält. Derartig hergestellte Reitwege sind für Pferd und Reiter ebenso angenehm, wie für die Anwohner. Gegen die Fahrbahn sollten dieselben aber in der Stadt durch feste vortretende Kante abgegrenzt werden, um das Ueberspillen der Reitwegmasse auf den Fahrdamm möglichst zu verhindern.

C. Fußwegsbefestigung.

a) Kantsteine.

Die Fußwege sind von den Fahrbahnen resp. von den Rinn-

steinen durch eine vorspringende Kante von nicht zu großer Höhe zu trennen. Die Ausgleichung der Kante, durch den Rinnstein überdeckende Brücken, an den Ueberfahrten und Straßenkreuzungen ist zu verwerfen, da diese Brücken stets zur Ansammlung von Unrat und Störung des Wasserabflusses Veranlassung geben. Als Kantsteine werden gewöhnlich aus Rücksicht auf die Haltbarkeit die härtesten Steinarten verwandt, welche aber unter der Einwirkung des Verkehrs glatt werden und dann, namentlich im Winter, leicht zu Unglücksfällen Veranlassung geben. Es ist deshalb eine periodische Rauhung der Steine erforderlich.

b) Promenadenbefestigung.

Wie beim Fahrdamm ist auch bei den Fußwegen in den dichtbebauten städtischen Straßen eine vollständige Befestigung der ganzen Fläche mit einem möglichst wasserdichten Material erwünscht. Nur in Vorortsstraßen mit villenartiger Bebauung und ohne erheblichen Verkehr, in denen also auch keine bedeutende Verunreinigung vorkommt, kann man die sogenannte Promenadenbefestigung aus Steinschlag oder Schlacken mit Kiesdeckung als zulässig bezeichnen. Meist wird in diesen Straßen eine Bepflanzung der Fußwege mit Bäumen stattfinden, deren Wurzeln etwaige in den Boden versickernde Unreinigkeiten aufsaugen und unschädlich machen. Da diese Promenaden bei stark feuchtem Wetter, namentlich aber im Winter, solange der Frost noch in der Erde ist und deshalb die Feuchtigkeit nicht abziehen kann, oft vollständig aufweichen und einen unpassierbaren Morast bilden, so sollte man doch darauf halten, daß in diesen Grandpromenaden stets ein, wenn auch nur schmaler, Plattenpfad gelegt werde.

c) Mosaikpflaster.

Den Uebergang von der Promenadenbefestigung zur Fußweg-Abdeckung bildet das sogenannte Mosaikpflaster aus kleinen, gespaltenen Steinen, welche in der Regel nur in Sand gesetzt werden. Dieses Pflaster hat die Eigenschaft, weil es wenig wasserdicht ist, schnell abzutrocknen. Die Reinhaltung desselben ist jedoch schwierig, weil es nicht eben genug ist, um bei nassem Wetter mit dem Gummischieber bearbeitet werden zu können. Es bildet sich deshalb auf demselben leicht eine lästige, zähflüssige Schlammschicht. Das Begehen des Mosaikpflasters ist nicht angenehm, da die Steine meist scharfkantig sind und das Pflaster im Winter oft hochfriert.

d) Plattenbelag

ist die am meisten gebräuchliche Befestigungsart der Fußwege in den Städten, gegen welche, eine zweckentsprechende Ausführung vorausgesetzt, vom sanitären Standpunkte kaum Einwendungen zu erheben sind. Als Material sind Granit-, Sandstein- und Cementplatten, sowie Platten aus gebranntem Thon, auch wohl Schlackensteine gebräuchlich.

1) Granitplatten sind der Abnutzung am wenigsten unterworfen, nehmen keine Feuchtigkeit auf und trocknen deshalb nur langsam. Durch die Wirkung des Verkehrs werden dieselben glatt, sodaß sie im Winter bei Schneefällen leicht für den Fußgänger gefährlich werden. Eine öftere Aufrauhung der Granitplatten ist deshalb, namentlich bei härteren Sorten, unerläßlich.

2) Sandsteinplatten, als welche namentlich englische Yorkshire- sowie Weserplatten gebräuchlich sind, stehen den Granitplatten

in Bezug auf ihre Haltbarkeit allerdings nach, indem sie sich unter einem starken Fußgängerverkehr nicht nur stark abnutzen, sondern auch leicht hohl treten und Pfützen bilden. Mit Bezug auf Glätte sind dieselben den Granitplatten aber vorzuziehen, auch pflegen dieselben schnell abzutrocknen.

3) Cementplatten, aus Cement und Kies hergestellt, sind im Anfang allerdings leicht brüchig und deshalb nur auf zuverlässigem Untergrunde angebracht. Mit der Zeit nehmen dieselben aber mindestens die Härte der Sandsteinplatten an. Cementplatten dürfen nicht mit einer Mörtelschicht oder gar mit reinem Cement abgeglichen werden, da derartig hergestellte Platten bei Schneefällen lebensgefährlich glatt werden. Andererseits dürfen auch die verwandten Kieselsteine nicht zu groß sein, da die Platten sonst bei der Abnutzung eine schlecht zu begehende und schwer zu reinigende Oberfläche erhalten. Im allgemeinen sind die Cementplatten als Belag der Fußwege, namentlich aber für die Herstellung der Plattenstreifen in den Grandfußwegen der Vorortstraßen sehr empfehlenswert.

4) Thonplatten und Schlackensteine werden im Winter leicht glatt, treten sich im stärkeren Verkehr meist hohl und sind infolge der durch die Fabrikationsmethode gegebenen kleinen Dimensionen leicht Versackungen ausgesetzt, falls man sie nicht etwa auf fester Unterlage bettet.

Die Reinigung ist bei Granit- und Sandsteinplatten am leichtesten, und zwar bei nassem Wetter mit dem Gummischieber zu bewirken. Bei Cementplatten wird diese Arbeit, ebenso wie die Abeisung im Winter, durch die etwas rauhere Oberfläche erschwert. Thonplatten und Schlackensteine sind für die Reinigung am ungünstigsten.

e) Fugenloser Trottoirbelag.

Am vollkommensten vom sanitären Standpunkte sind die fugenlosen und deshalb vollständig wasserdichten Trottoirbeläge aus Beton, Terrazzo und Asphalt, da sie nicht allein jegliche Verunreinigung des Bodens hindern, sondern auch am bequemsten zu reinigen sind. Es ist jedoch auf die Gefahr aufmerksam zu machen, welche bei Undichtigkeiten in den Gasleitungen durch eine vollständig dichte Straßenbefestigung entstehen kann, indem das ausströmende Gas weit von der schadhaften Stelle in die Häuser geleitet wird und so Unglücksfälle durch Erstickung oder Explosion verursacht.

1) Betontrottoire bestehen aus derselben Mischung wie die Cementplatten, es gilt deshalb das oben für diese Angeführte.

2) Terrazzo, aus kleinen, mosaikartig in Cementmörtel gesetzten Steinchen bestehend, welche später sauber abgeschliffen werden, bildet für gedeckte Gänge ein angenehm zu begehendes Pflaster, ist aber für Fußwege im Freien, wegen seiner Glätte im Winter, nicht recht angebracht.

3) Die Asphaltdeckung der Trottoire setzt eine feste Unterlage aus Beton oder Ziegelsteinen voraus. Der billigere Gußasphalt ist in letzterer Zeit von dem haltbareren Stampfasphalt verdrängt worden. Im allgemeinen ist diese Art der Befestigung, welche in gesundheitlicher Beziehung wenig zu wünschen übrig läßt, wenig in Aufnahme gekommen, da dieselbe teuer in der Anlage wie in der Unterhaltung ist. Ueberhaupt sind die fugenlosen Fußwegsbefestigungen nicht beliebt, weil die Aufnahme und Wiederherstellung derselben bei

Aufgrabungen größere Schwierigkeiten und Kosten verursacht als die Plattentrottoire.

Das Seitengefälle der Fußwege soll mit Rücksicht auf die schnelle Abführung des Tagewassers und die leichtere Reinigung nicht zu gering sein, jedoch darf dasselbe 1 : 20 nicht übersteigen. Das Begehen mehr geneigter Fußwege ist lästig und angreifend.

Uebergänge in den Fahrstraßen. Auf eine gute Pflasterung der Fußwegsübergänge an den Straßenkreuzungen sollte zur Erleichterung der hier besonders wichtigen Reinigung mehr Gewicht gelegt werden; es empfiehlt sich deshalb, auf den Uebergängen stets die bessere Art des in den beiden sich kreuzenden Straßen verwandten Pflasters zu verwenden. Die in einigen Städten bei gewöhnlichem Steinpflaster ausgeführten Uebergänge aus Granitplatten oder Asphalt sind nicht zu empfehlen, da hierdurch das Anhalten der Pferde erschwert und Unglücksfälle veranlaßt werden.

Baumpflanzungen. Schließlich dürfte noch kurz auf die Abhängigkeit der Baumpflanzungen in den Straßen von der Art der Pflasterung hinzuweisen sein, da die Erhaltung dieser Baumpflanzungen, sowohl im ästhetischen, wie im sanitären Interesse von Wichtigkeit ist. Die im Vorstehenden empfohlene Befestigung der Fahrstraßen und Fußwege mit wasserdichten Materialien würde, ohne besondere Maßregeln zur Erhaltung der Bäume, mit deren Vernichtung gleichbedeutend sein, da den Baumwurzeln die zum Wachstum unumgängliche Feuchtigkeit und Lüftung des Bodens entzogen würde. Bei der geringsten Undichtigkeit der Gasleitungen würde das tödlich wirkende Gas gewiß das Ausgehen der Bäume veranlassen. Es muß deshalb in solchen Straßen, wo Gewicht auf die Erhaltung oder Anziehung von Bäumen gelegt wird, bei der Pflasterung darauf gesehen werden, daß besondere Vorkehrungen für die Bewässerung und Lüftung der Baumwurzeln getroffen werden. Das naheliegende Mittel, rings um den Baum eine Fläche ungeflastert liegen zu lassen, genügt nicht immer, da die Erfahrung lehrt, daß selbst der gewöhnliche Boden, ebenso wie die Promenadenbefestigung, unter der Einwirkung eines lebhafteren Verkehrs so fest wird, daß das Tagewasser nicht durchdringen kann. Es empfiehlt sich daher die Anwendung hohl liegender Baumroste, wie sie in mehreren Städten nach dem Muster Hamburgs mit Erfolg ausgeführt sind. Doch auch bei Verwendung solcher Roste verschlammt der Boden leicht, sodaß eine öftere Auflockerung der Baumscheibe unter dem Rost, sowie die gelegentliche Erneuerung der oberen Erdschicht erforderlich ist. Vorteilhaft ist auch die Einsetzung senkrechter Drainrohre zur Beförderung der Lüftung und künstlichen Bewässerung der Bäume. Diese Bewässerung darf aber natürlich nur unter fachmännischer Leitung geschehen, da man die Bäume leicht ertränken kann.

Litteratur über Strafsenpflasterung.

1) **E. Dietrich**, *Professor in Berlin, Die Asphaltstrafsen, Berlin* 1882.

2) **Pinkenburg**, *Bauinspektor in Berlin, Vergleichende Betrachtungen über Pflaster, Deutsche Bauzeitung* (1889) 154.

3) **R. Baumeister**, *Oberbaurat und Professor an der technischen Hochschule zu Karlsruhe. Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung, Handbuch der Baukunde Abt. III. Heft* 3. *Berlin* 1890.

4) **F. Andr. Meyer**, *Oberingenieur in Hamburg, Baumpflanzungen und Gartenanlagen in den Städten, Braunschweig* 1891.

5) **Heinrich Freese**, *Holzpflaster in Paris, Berlin. Zeitschrift für Transportwesen und Strafsenbau* (1891) *No.* 23—26.

6) **Pinkenburg**, *Bauinspektor in Berlin, Eisenrippenpflaster, Deutsche Bauzeitung* (1893) 53.

II. Strassenreinigung.

Einleitung.

Zweck der Straßenreinigung ist die möglichst schnelle und unschädliche Entfernung allen Unrats (des Kehrichts) von der Straße. Der Begriff Unrat ist allerdings ein sehr dehnbarer und sehr richtig sagte Lord Palmerston: „Unrat ist jeder Gegenstand am unrechten Ort", denn thatsächlich kann dasselbe Material an einem Ort nutzlos, am anderen wertvoll sein, je nach der örtlichen Gebrauchsfähigkeit desselben. Der Straßenkehricht entsteht aus der Abnutzung des Pflastermaterials, dem Kot der auf der Straße verkehrenden Tiere, den während des Transports oder bei der Ab- und Umladung verlorenen Materialien, den durch die atmosphärischen Niederschläge zur Erde zurückgeführten Rußteilen unserer Heizungen, den Erdmaterialien, welche aus den Fugen unseres gewöhnlichen Pflasters hervorquellen oder durch die Wagenräder aus den umliegenden ungepflasterten Landstraßen in die Stadt geführt werden, ferner aus den Blatt- und Blütenknospen und abgestorbenen Blättern von den Bäumen und endlich aus den vielfachen Gegenständen, welche in achtloser Weise auf die Straße geworfen werden. Mit steigendem Verkehr nimmt naturgemäß auch die Verunreinigung der Straße zu.

Reinigung durch die Anlieger oder durch die Gemeinde.

Bei kleineren ländlich bebauten Ortschaften wird die Reinigung der Straße, soweit eine solche dort überhaupt in Frage kommt, meistens den Anliegern überlassen; in den Städten geht aber die Abstammung des Sprichworts „Jeder fege vor seiner Thür" allmählich verloren, denn mehr und mehr bricht sich die Anschauung Bahn, daß eine systematisch geordnete Straßenreinigung, wie sie nach den heutigen Anschauungen über die Hygiene der Städte erforderlich ist, nur im Selbstbetriebe der Gemeinde oder mindestens unter Leitung der Gemeindebehörde möglich ist. Wenngleich nicht geleugnet werden kann, daß die einfache Arbeit des Kehrens sehr wohl den Anliegen unter strenger Kontrolle der Polizeibehörde überlassen bleiben kann, so läßt sich doch nicht verkennen, daß eine gut organisierte und eingeschulte, ausschließlich mit Reinigungsarbeiten beschäftigte Mannschaft die Arbeit rationeller und prompter ausführt. Die Schwierigkeit beginnt bei den Anliegern aber sofort mit der Beseitigung des zusammengebrachten Kehrichts.

Die in einzelnen kleineren Orten noch vorgeschriebene vorläufige Lagerung des mit organischen Bestandteilen durchsetzten, in Fäulnis übergehenden Kehrichts auf den Privatgrundstücken oder gar in den Häusern bis zur nächsten Abholung des Hausmülls ist aus gesundheitlichen Gründen zu verwerfen, während die in den meisten Städten ohne organisierte Straßenreinigung gebräuchliche sofortige städtische Abfuhr des von den Anliegern zusammengebrachten Kehrichts ein so inniges Zusammenwirken der Anlieger und der behördlichen Organe voraussetzt, wie es erfahrungsmäßig trotz aller Polizeistrafen nicht zu erzielen ist. Deshalb haben in den letzten Jahren auch fast alle größeren und mittleren Städte Deutschlands nach dem Vorbilde Berlins die Straßenreinigung seitens der Gemeinde übernommen. Einzelne Städte sind hierbei

noch etwas vorsichtig zu Werke gegangen, indem sie die Reinigung der Fußwege wie früher den Anliegern überlassen haben, es jedoch erlauben, daß der Trottoirkehricht auf der Fahrbahn bis zur nächsten Reinigung derselben abgelagert wird; die meisten Städte haben jedoch auch die Reinigung der Fußwege den Anliegern abgenommen. Eine Ausnahme bilden in allen Städten die Schnee- und Eisarbeiten auf den Fußwegen, da diese auch bei der bestorganisierten Straßenreinigung meistens nicht so schnell ausgeführt werden können, als dies zur Vermeidung von Unglücksfällen resp. im Interesse des Verkehrs erforderlich ist. Diese Arbeiten werden als Notstandsarbeiten betrachtet, zu deren schleunigster Erledigung im Interesse der Allgemeinheit jedermann seine Kräfte herleihen soll. Die Uebernahme auch dieser Arbeiten seitens der Gemeinde würde eine Verzögerung derselben bedeuten und deshalb vom sanitären Gesichtspunkte verwerflich sein.

Reinigung von Privathöfen.

Neuerdings sind Stimmen laut geworden, welche auch die Reinigung solcher im Privatbesitz befindlichen Höfe, Passagen und Terrassen seitens der Stadt befürworten; in denen ein öffentlicher Verkehr stattfindet. Wie weit man dieser Anforderung folgen kann, wird von den örtlichen und baulichen Verhältnissen der verschiedenen Städte abhängen. Im allgemeinen wird man sich darauf beschränken müssen, die im öffentlichen gesundheitlichen Interesse erforderliche Erhaltung der Reinlichkeit auf dem Privatgrunde seitens der Eigentümer und Mieter durch gesetzliche Bestimmungen über Wohnungspflege zu sichern, ohne der Gemeinde neue Lasten aufzuerlegen. Natürlich wird das Straßenreinigungswesen der Polizeibehörde seine Kräfte für etwaige zwangsweise Reinigung zur Verfügung stellen müssen.

Kosten der Strassenreinigung.

Die Uebernahme der Straßenreinigung seitens der Gemeinde vergrößert allerdings die Ausgaben derselben nicht unerheblich, so betrugen z. B. die Ausgaben für Straßenreinigung in Berlin 1892/93 einschließlich der Besprengung und der Schnee- und Eisarbeiten 2 568 886 M., dieselben Kosten für Hamburg im Jahre 1893 abzüglich der in Berlin nicht staatsseitig erfolgenden Abfuhr der Hausabfälle 1 072 636 M. Nach dem Ergebnis verschiedener Städte kann man annehmen, daß die Straßenreinigung pro Kopf der Bevölkerung ohne Schnee- und Eisarbeiten und ohne Hausunratabfuhr, aber einschl. Besprengung jährlich 1,00 M. bis 1,20 M. Kosten verursacht. Die Schnee- und Eisarbeiten können die Kosten in ungünstigen Jahren um die Hälfte erhöhen.

Regie- oder Uebernehmerbetrieb.

Viel gestritten ist bereits über die Frage, ob es richtiger sei, die Straßenreinigung im Regiebetriebe oder durch Uebernehmer ausführen zu lassen. Die in mehreren Städten mit dem Uebernehmerbetriebe gesammelten Erfahrungen haben ergeben, daß die Uebernehmer die Arbeiten zwar in der Regel billiger ausführen konnten als die Gemeinde, daß diese Billigkeit aber meistens auf eine ungenügende Erfüllung der dem Uebernehmer auferlegten Verpflichtungen, also auf nicht genügende Reinigung, zurückzuführen war. Nicht selten hält der Uebernehmer es vorteilhafter, die im Kontrakt vorgesehenen Strafen

zu zahlen, als seinen Verpflichtungen nachzukommen. Vom hygienischen Standpunkte verdient der Regiebetrieb unbedingt den Vorzug, da bei diesem die Arbeit regelmäßiger, gründlicher und den ästhetischen und sanitären Anforderungen entsprechender vorgenommen wird, als beim Uebernehmerbetriebe, und eine Stockung der Arbeiten ausgeschlossen ist, welche beim Uebernehmerbetriebe, leicht eintreten kann und zu Epidemiezeiten die schlimmste Gefahr für eine großstädtische Bevölkerung hervorrufen muß. Außerdem ist dem Staat beim Regiebetriebe die nötige Beweglichkeit gesichert, welche erforderlich ist, um den von den Sanitätsbehörden nach den Fortschritten der Wissenschaft oder mit Rücksicht auf Epidemien gestellten Ansprüchen jederzeit sofort entsprechen zu können.

Leitung der Strassenreinigung.

Die Straßenreinigung ist in kleineren Städten vielfach dem Feuerlöschwesen unterstellt worden, damit die Pferde event. beiden Zwecken dienen können. Für größere Städte ist es zweckmäßiger, das Straßenreinigungswesen dem Bauwesen zu unterstellen und einen besonderen technisch gebildeten Beamten mit der Leitung desselben zu beauftragen.

Maschinen- und Handarbeit.

Auch über die Frage, ob die Kehrarbeit besser durch Maschinen oder Handarbeit zu erledigen ist, sind die Meinungen geteilt. Bei normalen städtischen Pflasterverhältnissen wird der Kehrmaschine für die Reinigung der Fahrdämme unter allen Umständen der Vorzug zu geben sein, da die Maschine die Arbeit nicht nur schneller und billiger, sondern auch gründlicher besorgt; nur bei sehr schlechtem, löcherigem Pflaster arbeitet die Maschine nicht sauber genug, läßt vielmehr den Kericht in den Schlaglöchern liegen, so daß eine Nachbesserung durch Handarbeit nothwendig ist. Nur bei Straßen mit lebhaftem, die ganze Breite der Straße einnehmendem Verkehr ist es jedoch erforderlich, bei der jedesmaligen Reinigung die ganze Fläche Strich neben Strich zu kehren. Bei den übrigen Straßen genügt es, wenn für gewöhnlich nur dort am Tage mit der Hand gekehrt wird, wo eine besondere Verunreinigung bemerkbar ist, die Straße also gewissermaßen nur abgesammelt wird, und nur 1- bis 2 mal wöchentlich eine gründliche Reinigung der gesamten Straßenfläche in der Nacht mittelst Maschinen erfolgt.

Handkehrmaschinen für Fußwege.

Die für die Fußwegsreinigung konstruierten Handkehrmaschinen haben dagegen bis jetzt, abgesehen von Bahnhofshallen etc., keinen Erfolg gehabt, da die Fußwegsflächen durch Hindernisse aller Art, als Laternen, Bäume, Haustreppen u. s. w. unterbrochen werden und vielfach mit nur teilweise befestigter Oberfläche versehen sind. Bei den mit einem sehr ebenen Material, als Platten, Asphalt, Beton etc. versehenen Fußwegen wird der Kehricht durch Wind und Regen in den Ecken an der Hausgrenze resp. im Rinnstein abgelagert, sodaß nur eine Reinigung dieser Ecken und die Beseitigung besonderer Verunreinigungen, also mehr ein Absammeln, in Frage kommt.

Konstruktion der Kehrmaschinen.

Die Kehrmaschinen werden leider vielfach von Fabriken hergestellt,

welche sich gegenseitig im Preise zu unterbieten trachten und zu dem Zweck Konstruktionen liefern, welche als „für den Export gearbeitet" bezeichnet werden müssen. Diese Maschinen sind in ihren Details in keiner Weise maschinentechnisch durchgebildet, an Stelle von Lagern werden z. B. durchlochte Flacheisen verwandt, und es kann deshalb nicht verwundern, wenn solche Maschinen in kurzer Zeit in allen Teilen klapperig werden und dann während der Arbeit die Nachtruhe der Bewohner in empfindlicher Weise schädigen. Bei der Anschaffung der Maschinen sollte deshalb weniger auf billigen Ankaufspreis, als auf gediegene, die Unterhaltung erleichternde Konstruktion Wert gelegt werden. In letzter Zeit hat sich in diversen Städten trotz des etwas höheren Preises die in Abbildung 1 (siehe S. 172) dargestellte von der Maschinen- und Wagenfabrik Herm. J. Helmers, Hamburg-Horn, nach den bei der Hamburger Straßenreinigung gesammelten Erfahrungen sehr solide gebaute Maschine gut eingeführt.

Wiederholung der Reinigung.

Wie oft die Reinigung einer Straße erforderlich ist, hängt von der Ordnungsliebe der Bewohner, der Art der Pflasterung, der Größe des Verkehrs und der Lage der Straße in Bezug auf vorherrschende Windrichtung und Sonnenwirkung ab. Als Minimalforderung sollte man stellen, daß alle Straßen mindestens 1 mal wöchentlich gründlich mit der Kehrmaschine gereinigt werden. Wichtigere Straßen müssen 2- oder 3-mal wöchentlich mit Maschine gereiniget und an den dazwischen liegenden Tagen von Hand abgesammelt werden. Hauptverkehrsstraßen sind allnächtlich mit der Maschine zu reinigen und außerdem in den Haupttagesstunden ein- oder mehreremal abzusammeln. Bei Asphaltpflaster ist sogar eine ständige Beaufsichtigung der Hauptverkehrsstraßen unerläßlich.

Nacht- oder Tagarbeit.

Die gründliche Reinigung der Straße mit Kehrmaschinen sollte in größeren Städten sowohl aus Verkehrsrücksichten wie im ästhetischen und sanitären Interesse in den Nachtstunden ausgeführt werden, denn ohne eine, wenn auch nur kurze Zeit dauernde, das Auge belästigende Anhäufung des Kehrichts auf der Straße ist die Arbeit nicht auszuführen, und ohne Staub geht es bei trockenem Wetter trotz aller Vorsicht nicht ab. Im Winter, wenn Tauwetter am Tage und Frostwetter während der Nacht wechseln, friert der Kot auf dem Pflaster fest, so daß die nächtliche Arbeit keinen Erfolg hat; dann ist es allerdings unerläßlich, die Hauptarbeit auf die Tagesstunden zu verlegen. Das Absammeln der Straße kann nur bei Tageslicht mit Erfolg ausgeführt werden.

Besprengung vor der Reinigung.

Mit Rücksicht auf die Lungen, nicht nur der Passanten, sondern auch der beim Kehren beschäftigten Arbeiter, ist bei trockenem Wetter eine vorherige Besprengung der zu kehrenden Fläche unerläßlich. Dies bezieht sich sowohl auf die Maschinenarbeit, wie auf die Handarbeit, auf die gründliche Reinigung, wie auf das Absammeln, auf die Reinigung der Fahrbahn, wie auf die Trottoirreinigung. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, daß die Straßen nur angefeuchtet, nicht angenäßt werden,

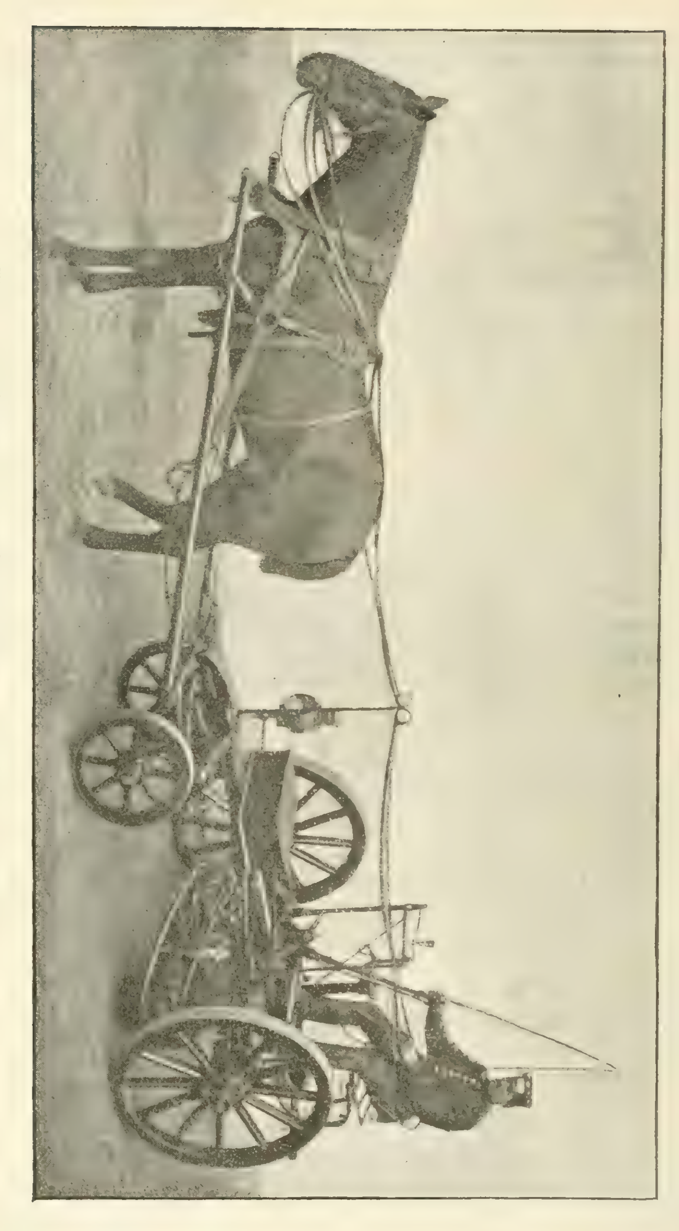


Fig. 1. Hamburger Kehrmaschine von Herm. J. Hellmer's Wagenfabrik.

da die Reinigung im letzteren Falle durch die entstehende Bildung eines zähflüssigen Kotes erschwert wird. Die Besprengung für die gründliche Fahrbahnreinigung erfolgt am zweckmäßigsten mittelst Sprengwagen, für die Trottoirreinigung und das Absammeln der Fahrbahn mittelst Gießkannen. Für die Besprengung im Interesse der Reinigung würde sich, wegen der feinen Zerteilung des Wassers, der in Abbildung 2 dargestellte Centrifugalsprengwagen (System O. Türke, Dresden)

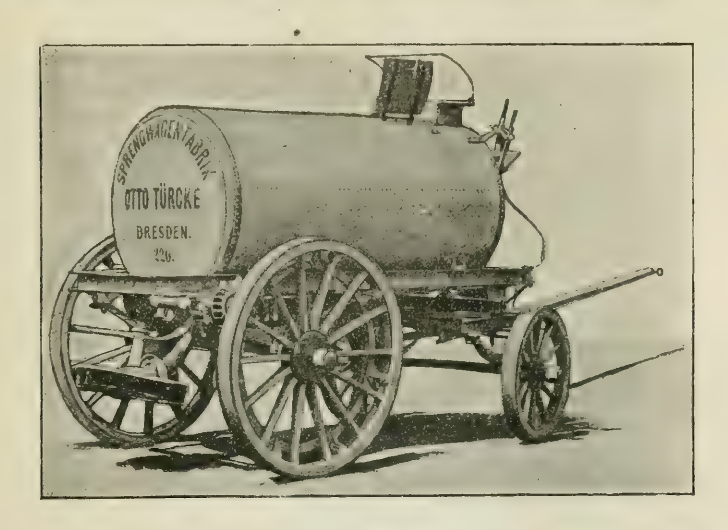


Fig. 2. Centrifugal-Sprengwagen.

gut bewähren, bei welchem das Wasser auf eine Turbine fällt, welche durch eine mechanische Verbindung mit dem Hinterrade gedreht wird, und durch die Centrifugalkraft das Wasser fortschleudert. Die Wagen leiden bisher nur noch an dem Uebelstande, daß sie zu hoch und zu breit sprengen und deshalb nur in sehr breiten oder vollständig verkehrsfreien Straßen Anwendung finden können. Die für die Tagesbesprengung gebräuchlichen Brauserohrwagen (Abbildung 3 siehe S. 174) sprengen für den Reinigungsdienst zu viel Wasser aus und müssen deshalb mit einer Vorrichtung zur Verringerung der ausfließenden Wassermenge versehen sein, wenn man nicht für den Reinigungsdienst besondere Wasserwagen mit sehr kleinen Löchern im Brauserohr bereit halten kann.

Die Besprengung unmittelbar vor der Kehrarbeit ist erfahrungsgemäß nicht geeignet, die Staubbildung zurückzuhalten, da das Wasser im Anfang auf dem trockenen Kehricht in Perlen stehen bleibt und erst im Verlauf einiger Zeit von demselben eingesogen wird. Bei der Nachtarbeit hat sich ein Zeitraum von 2 Stunden zwischen Besprengung und Reinigung am besten bewährt.

Erschwerung durch Frostwetter.

Große Schwierigkeiten bietet der Straßenreinigung die Staubentwickelung bei trockenem Frost, bei welchem das Besprengen mit Wasser wegen der Eisbildung nicht ausführbar ist. Versuche, während dieser Zeit die Besprengung mit schwachen Salzlösungen auszuführen, haben

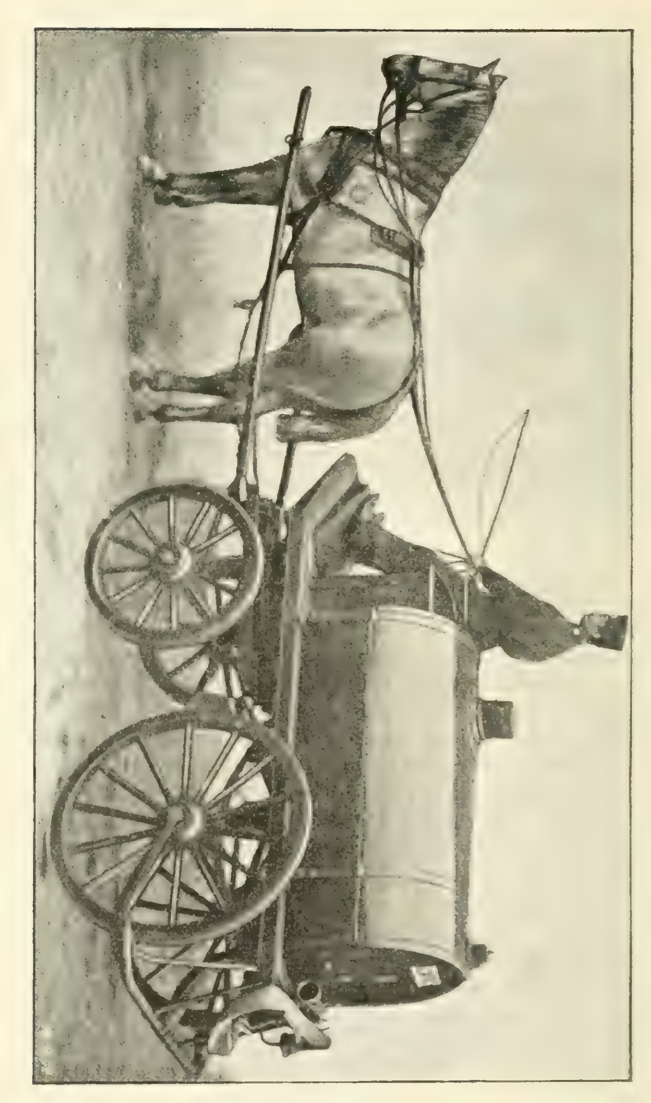


Fig. 3. Brauserohr-Sprengwagen.

sich nicht bewährt, da die schwachen Lösungen bei zunehmender Kälte ebenfalls bald gefrieren, während stärkere Lösungen gesundheitliche Nachteile für die Passanten befürchten lassen, auch zu kostspielig sind. Bei solchen Witterungsverhältnissen ist das Straßenreinigungswesen direkt machtlos, denn das Kehren mit der Maschine ebenso wie mit dem gewöhnlichen Besen ist wegen der aufwirbelnden Staubwolken unausführbar. Es ist dann als das kleinere Uebel zu betrachten, daß die gründliche Reinigung bis zum Wechsel der Witterung unterbleibt und die Arbeit auf das Absammeln der Straßen beschränkt wird. Für diese Arbeit dürfen den Mannschaften statt der großen Besen dann nur kleine, bürstenartige Handfeger und Handkörbe (Abbildung 4) zur Verfügung gestellt werden.

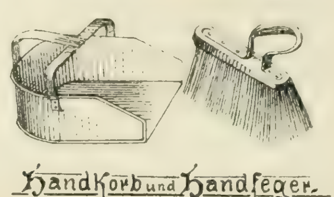


Fig. 4.

Erschwerung durch Nebel.

Schwierigkeiten anderer Art entstehen der Straßenreinigung bei anhaltend nebligem Wetter, namentlich in den Herbstmonaten. Es bildet sich dann unter Mitwirkung des Verkehrs in den Hauptstraßen eine zähe, schlüpfrige und klebende Kotmasse, welche mit keinem Geschirr zu beseitigen ist. Die künstliche Nachahmung des erfrischenden Regens ist das einzige Mittel, um diesen Zustand zu überwinden. Falls man Straßen mit undurchlässigem Pflaster, ausreichender Wasserversorgung und gut funktionierender Schwemmkanalisation hat, findet dann am geeignetsten eine Spülung der Straße vom Hydranten aus statt, bei welcher alle feineren und leichteren Stoffe des Kehrichts wie bei einem Gewitterregen mit in die Kanäle, resp. in die unter den Regeneinläufen befindlichen Schlammfänge gelangen, während sich die gröberen und schwereren Teile im Rinnstein ansammeln. Wo diese Vorbedingungen nicht vorhanden sind, muß man sich darauf beschränken, durch Besprengung mittels Wasserwagen und Gießkannen den Landregen nachzuahmen und so aus dem Kot eine bearbeitbare Schlammmasse zu bilden. Durch wechselweise Benutzung von Sprengwagen und Kehrmaschinen läßt sich auch unter diesen erschwerenden Umständen ein erträglicher Zustand erzielen.

Erschwerung durch Schneefall.

Am störendsten greift ein Schneefall in die regelmäßigen Arbeiten der Straßenreinigung ein. In den meisten Städten pflegt man alsdann die regelmäßige Reinigung einzustellen, sich darauf zu beschränken, den Schnee beiseite zu schieben und der Natur das Uebrige zu überlassen. Da der Schnee von den Fußwegen und aus den Rinnsteinen, in einzelnen Städten sogar aus den Höfen und von den Dächern der anliegenden Grundstücke, ebenfalls auf die Fahrstraße geworfen, von den Anliegern zur Beseitigung der Glätte auf den Fußwegen Asche und ähnliche Materialien in großen Mengen ausgestreut und endlich von den Pferdebahnen zur Aufrechthaltung ihres Betriebes die Geleise oder sogar die Flächen zwischen den Geleisen mit Seesalz bestreut werden, so ist es nicht zu verwundern, daß bei Eintritt eines ergiebigen

Tauwetters ein Zustand auf den Straßen entsteht, welcher ziemlich aller Beschreibung spottet und das gute Ansehen der Straßenreinigungsbehörde erschüttert. Der Erfüllung des Zweckes der Straßenreinigung dürfte es mehr entsprechen, sofort nach Eintritt eines Schneefalles mit sämtlichen zur Verfügung stehenden Mitteln an Schneepflügen und Kehrmaschinen in Tag und Nacht ununterbrochener Arbeit eine Aufräumung der Straßen, namentlich der Pferdebahnstraßen, zu erzwingen. Mit den früher gebräuchlichen Keilschneepflügen durfte man allerdings nicht hoffen, die Aufräumung der belebten städtischen Straßen vornehmen zu können. Der in Abbildung 5 (siehe S. 177) dargestellte eiserne Schaufelschneepflug mit durchdrehbarem Vorderwagen hat sich jedoch zu diesem Zweck in mehrjähriger Verwendung wohl geeignet gezeigt. Durch dieses Verfahren wird der im Winter doppelt wichtige Pferdebahnverkehr erleichtert, die betreffenden Gesellschaften brauchen auf den so gereinigten Flächen weniger Salz zu streuen, und schließlich wird durch die Wechselwirkung von Salz, Kehrmaschinen und Abfuhr ein so guter Zustand in den Hauptstraßen erzielt, daß von dem Schnee keine Spur zu sehen ist. Die Abfuhr des Schnees wird allerdings aus Kostenrücksichten stets auf die Pferdebahnstraßen und solche lebhafte Verkehrsstraßen beschränkt bleiben müssen, in denen der Schnee den durchgehenden Verkehr behindert. In den übrigen Straßen wird man den gehäufelten Schnee neben dem Rinnstein unter Aufhaltung von Durchgängen liegen lassen müssen. Hiergegen würden auch vom gesundheitlichen Standpunkte kaum Bedenken erhoben werden können, wenn die Bevölkerung nicht etwa diese Schneebänke als geeignete Ablagerungsplätze für das Hausmüll benützt, wie dies leider trotz der Aufsicht der Polizeibehörde in manchen Gegenden vorkommt. Der zur Abfuhr gelangende Schnee ist mit dem sich auf der Straße bildenden Kehricht vermischt und müßte deshalb vom streng sanitären Gesichtspunkt ebenso behandelt werden, wie nachstehend im Kapitel „Beseitigung des Kehrichts“ ausgeführt ist. Bei der weiten Entfernung der dann in Frage kommenden Abladeplätze würden sich die Kosten der Schneebeseitigung aber so steigern, daß dieselben selbst bei oben genannter Beschränkung auf die wichtigsten Straßen unerschwinglich wären. Da die Kehrichtmenge nach einem größeren Schneefall nur wenige Prozente der abgefahrenen Schneemasse beträgt, wird man sich darauf beschränken können, städtische Weideländereien, Gartenanlagen etc. zur einstweiligen Ablagerung zu verwenden, muß dann jedoch für eine öftere Umstechung des Schnees und prompte Abräumung des bei der Schmelzung sich ansammelnden Kehrichtrückstandes Sorge tragen. Bei Fortschritt der Reinigungsarbeiten resp. der Forttauung des Schnees wird die zur Abfuhr gelangende Masse allerdings mehr und mehr Kehricht enthalten, und wird es dann darauf ankommen, zu rechter Zeit die Grenze zu ziehen, wann die Masse als Kehricht zu behandeln ist. Soweit öffentliche Wasserläufe vorhanden sind, wird man auch diese unter demselben Vorbehalt zur Ablagerung der Schneemassen passend verwenden können. Bei starker Strömung wird sich an der Kippstelle kaum ein Rückstand bilden, bei geringerer Geschwindigkeit des Wassers wird aber eine Ausbaggerung des Rückstandes bei Beginn des Frühjahrs erforderlich. In Städten, welche über ein gutes Kanalisationssystem mit großen Querschnitten und reichlichem Gefälle verfügen, kann der Schnee vorteilhaft in die Kanäle geworfen werden, doch ist hierauf schon bei

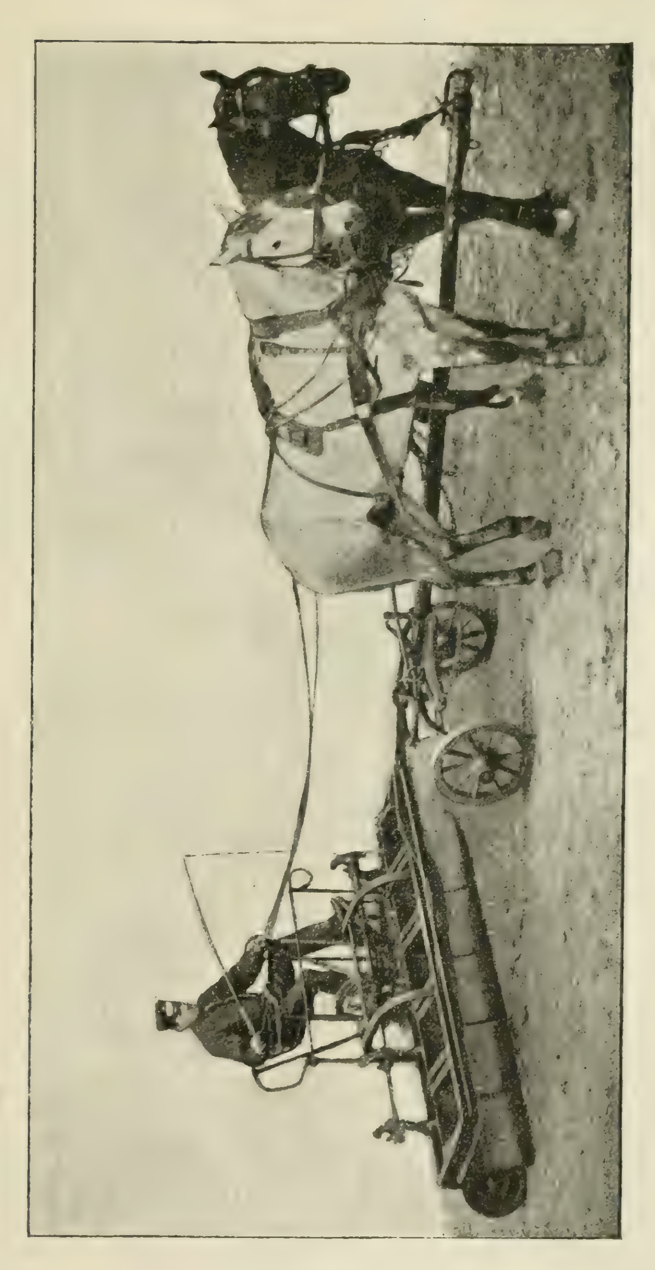


Fig. 5. Schneepflug.

Feststellung der Lage und Konstruktion der Einsteigeschächte etc. Rücksicht zu nehmen. Das Wasser in den Kanälen hat selbst bei der stärksten Kälte noch immer eine Temperatur von + 4 bis 8° C., sodaß der hineingeworfene Schnee schnell schmilzt. Erleichtert wird die Schmelzung noch, wenn man eine Spülung der Kanäle während des Hineinwerfens bewerkstelligen kann. Als Beispiel füge ich an, daß in Hamburg in einen gespülten Hauptsielarm 2500 cbm Schnee an einem Tage geworfen wurden, ohne daß eine Störung des Abflusses oder eine Ansammlung von Rückständen zu bemerken war. Wie groß der Einfluß solcher bequem liegenden Abladeplätze, abgesehen von der damit erzielten schnelleren Beseitigung der verkehrshindernden Schneemassen, für die Kosten der Schneebeseitigung ist, mag daraus erhellen, daß Berlin für die Abfuhr nach außerhalb der Stadt liegenden Abladeplätzen per cbm ca. 1,20 Mk., Hamburg beim Regiebetriebe mit Handkippkarren nach den städtischen Anlagen, Wasserläufen und Sielen per cbm ca. 0,20 M. bezahlt. Im Winter 1892/93, allerdings einem der schneereichsten Winter, wurden in Berlin 515632 cbm, in Hamburg 496485 cbm Schnee gefördert, sodaß die durch bequem gelegene Abladeplätze zu erzielende, resp. in Hamburg erzielte Ersparnis für diesen Winter auf 500000 M. zu veranschlagen ist. Dieser Kostenersparnis gegenüber spielt die geringe Ausgabe für die spätere Abräumung etwaiger Rückstände keine Rolle. Meistens wird die Einführung dieser Methode allerdings dadurch erschwert, daß die Verwaltung der Wasserläufe und Kanalisationseinrichtungen anderen Behörden unterstellt ist, als die Straßenreinigung.

Schneebeseitigung durch Salz.

Die in Paris gebräuchliche Anwendung von Salz zur Beseitigung des Schnees in den Straßen muß vom sanitären Standpunkt verurteilt werden, da die entstehende Salzlake, wenn auch noch so schnell wieder beseitigt, doch vorübergehend schlimme Zustände auf den Straßen entstehen läßt, bei denen das Fußzeug der Passanten mit Salzlake durchtränkt und verdorben wird. Erfahrungsmäßig wird so durchnäßtes Fußzeug infolge der hygroskopischen Eigenschaft des Salzes nie recht wieder trocken und setzt die Inhaber desselben Erkältungskrankheiten aus. Mehr und mehr wird jetzt auch schon in Paris seitens des Publikums die Unzulässigkeit dieser Methode hervorgehoben. Für nördlicher gelegene Städte, bei denen die Schneefälle meistens bei niedrigeren Temperaturen stattfinden als in Paris, würde dieses Verfahren ohnehin wenig Erfolg versprechen, da die Erfahrung bei den Pferdebahnschienen zeigt, daß das Salz bei Kältegraden von mehr als 8° kaum noch eine nennenswerte Wirkung ausübt; es ist dies auch ganz natürlich, da nur für stark konzentrierte Salzlösung der Gefrierpunkt unter dieser Temperatur liegt, während durch das Schmelzwasser des Schnees sofort eine starke Verdünnung der Lösung eintritt. Es ist deshalb erfreulich, daß die meisten Städte nicht nur selbst kein Salz zur Schneebeseitigung verwenden, sondern auch den Privaten diese Methode zur Erleichterung der Schneeabräumung von den Fußwegen verbieten, und die Verwendung des Salzes auf die Freihaltung der Hydranten, Kanalisationsroste etc. beschränken. Eine Ausnahme ist, wie bereits erwähnt, in den meisten Städten den Pferdebahnen gestattet, da sie ohne Salzverwendung nicht wohl den Betrieb aufrecht erhalten können. In Hamburg hat man jedoch auch hiermit schlechte

Erfahrungen gemacht, da die Pferdebahnen diese Ausnahmsstellung mißbrauchten und den Bahnwärtern ungemessene Salzmengen zur Verfügung stellten, sodaß die Wärter sich durch die ausgiebigste Benutzung des Salzes ihren Dienst zu erleichtern suchten. Es wurde den Pferdebahngesellschaften deshalb auferlegt, die Salzstreuung nur mit besonders konstruierten Streuwagen vorzunehmen, welche auf mechanischem Wege nur eine gleichmäßig verteilte, vorher festgesetzte Salzmenge pro Weglänge in die Spurrinne ausstreuen können. Jede anderweitige Salzausstreuung wurde verboten. Gleichzeitig wurden die Pferdebahnen angehalten, an den Tiefpunkten der Schienen Entwässerungstrummen anzulegen, welche die entstehende Salzlake auf dem kürzesten Wege durch die Siele abführen. Abbildung 6 zeigt die jetzt

Geleisentwässerungsanlage.

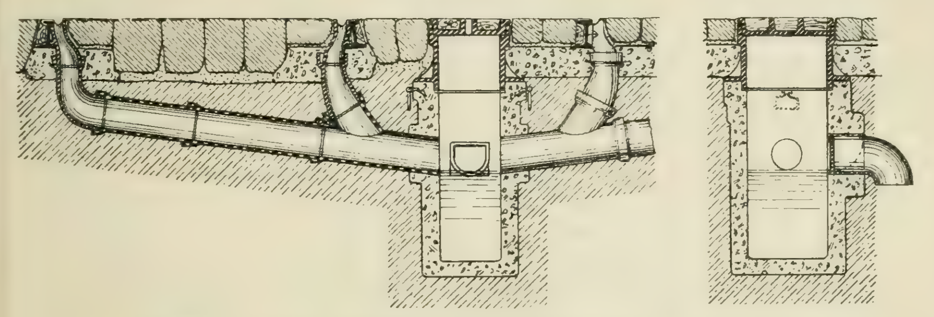


Fig. 6. Entwässerungstrummen für Pferdebahngeleise in Hamburg.

gebräuchliche Konstruktion dieser Trummen. Endlich wurde die Straßenreinigung angewiesen, mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln die Beseitigung der durch das Salzstreuen der Pferdebahnen auf den Straßen entstehenden Salzlake zu veranlassen, um weitere Klagen des Publikums zu verhüten. Aus diesem Auftrage hat sich die vorstehend geschilderte Methode der reichlichen Verwendung der Schneepflüge und Kehrmaschinen bei Schneefällen entwickelt, welche zu guten Resultaten geführt hat.

Schneebeseitigung durch künstliche Schmelzung.

Alle Vorschläge zur Beseitigung des Schnees in Schmelzöfen haben sich bisher nicht bewährt und werden sich auch in Zukunft als unausführbar erweisen. Bei allen aufgestellten Rechnungen, um die Ausführbarkeit dieses Verfahrens zu beweisen, hat man das erforderliche enorme Anlagekapital, sowie die praktische Schwierigkeit der Aufstellung der Apparate in den Verkehrsstraßen unberücksichtigt gelassen.

Beseitigung von Winterglätte.

Zu den die Arbeiten der Straßenreinigung beeinflussenden Witterungszuständen gehört endlich noch die Glättebildung, wie solche infolge eines Schneefalls oder plötzlichen Witterungsumschlags oft in kurzer

Zeit eintritt. Es ist unausführbar, in solchem Falle die ganzen Fahrstraßen mit abstumpfendem Material zu bestreuen, man muß es vielmehr den Fuhrleuten im allgemeinen überlassen, diese Glätte durch Schärfung der Hufstollen oder durch Einsatzstollen für ihre Pferde unschädlich zu machen. An Stellen, wo eine solche Glätte oft unvermutet oder besonders gefährlich eintritt, also namentlich auf Holz- und Asphaltflächen, oder in Steigungen, wird die Straßenreinigung durch Begrandung der Fahrstraßen helfend eintreten müssen. Wagen zur schnellen Ausführung dieser Arbeit mit mechanischen Streuvorrichtungen sind mehrfach konstruiert, haben sich aber leider bisher nicht bewährt, weil das Streumaterial meistens feucht ist und zusammenfriert.

Reinigung der Pferdebahnschienen.

Die Spurrinnen der Pferdebahnschienen werden bei der Reinigungsarbeit mit Kehricht gefüllt; es ist deshalb selbstverständlich, daß diese Rinnen nach jeder Reinigung auch wieder frei gemacht werden. Diese Arbeit geschieht am besten unmittelbar hinter der Maschinenarbeit, damit der Unrat zugleich mit dem übrigen Kehrichtstrich beseitigt werden kann. Diese Reinigung ist aber selbst bei täglicher Ausführung nicht ausreichend, um die Rinne für den Betrieb genügend frei zu halten, die Reinigung muß vielmehr einige Male am Tage wiederholt werden, um den durch den Verkehr oder den Wind wieder hineingeführten Kehricht zu beseitigen. Diese weitergehende Reinigung wird aber meistens den Angestellten der Pferdebahn überlassen. Verlangen muß man aber, daß der hierbei gesammelte Unrat nicht auf die Straße geworfen, sondern in Karren gesammelt und nach den Kehrichtsammelplätzen der Tagkolonne geschafft werde. Am zweckmäßigsten wird diese Arbeit von 3 Arbeitern gleichzeitig ausgeführt, von denen 2 die beiden Rinnen reinigen, während der dritte, unmittelbar vorauf, zwischen den Schienen die Karre führt.

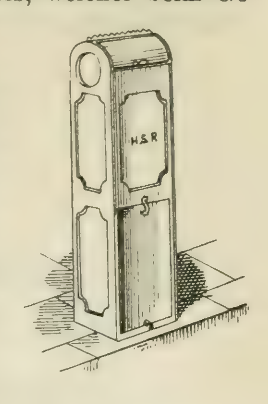
Reinigung der Schlammfänge an den Strassentrummen.

Bei der Arbeit der Kehrmaschinen und mehr noch bei der Spülung der Straßen wird ebenso wie bei starken Regengüssen ein Teil des Kehrichts in den Schlammfängen der Regeneinläufe abgelagert. Es ist deshalb zweckentsprechend, wenn auch die Reinigung dieser Schlammfänge unmittelbar hinter jeder Hauptreinigung erfolgt, damit auch dieser Abraum gleich mit beseitigt wird.

Vorrichtungen zur vorübergehenden Aufnahme des Tageskehrichts.

Die Sammlung des Kehrichts bei der nächtlichen Maschinenarbeit macht keine Schwierigkeit, da die Kehrichtwagen der Reinigung unmittelbar folgen können und selbst eine kürzere Lagerung des Kehrichts nicht sehr bedenklich ist. Dagegen ist es schwer, den Kehricht der Tageskolonnen und der Straßenwärter unbeanstandet zu deponieren. Die unmittelbare Folge des Kehrichtwagens ist hier, bei der geringen Kehrichtmenge und den deshalb außer Verhältnis stehenden Kosten, unausführbar, die Lagerung des Kehrichts auf der Straße tagsüber aber unzuläßig. Man hat deshalb in den meisten größeren Städten sogenannte Kehrichtständer (Abbildung 7) aufgestellt, in welche

der Kehricht mit Handkörben geworfen wird, und welche bei der nächtlichen Kehrichtabfuhr mit entleert werden. Wegen des kleinen Fassungsraums ($^1/_5$ cbm) und des hohen Einwurfs, welcher beim Gebrauch leicht zur Staubbelästigung des Publikums Veranlassung giebt, sind diese Ständer nicht besonders empfehlenswert. Sowohl in London wie in Berlin sieht man, daß diese Ständer trotz ihrer dichten Lage in der Regel nicht ausreichen, denn es liegt entweder am Nachmittag ein Kehrichthaufen vor jedem Ständer, oder gar ein Kehrichtstreifen längs der ganzen Bordkante. So lange der Straßenverkehr die Mitführung einer Kehrichtkarre seitens der Tagarbeiter gestattet, dürfte die in Hamburg gebräuchliche Methode der Sammlung des Kehrichts in solchen Karren und die vorläufige Entleerung dieser Karren in dichtgemauerten und mit Sielanschluß versehenen Gruben den Vorzug verdienen (Abbildung 8). Diese Gruben liegen in abgelegenen Trottoirflächen, haben 2 cbm Inhalt und werden ebenfalls des Nachts entleert. Während der Nichtbenutzung sind dieselben vollständig gedeckt, also weder sichtbar noch verkehrsstörend. In lebhafteren Verkehrsstraßen dagegen, wo die



Kehrichtständer.

Fig. 7.

Kehrichtgrube.

Schnitt c-d. (mit 1 geöffneter Klappe.)

Schnitt a-b. (mit geöffneter Klappe.)

Grundriss.

Maasstab

Fig. 8.

Kehrichtkarren den Verkehr zu sehr behindern, würde ich den in Glasgow eingeführten, im Kantstein liegenden kleineren Gruben mit heraushebbarem Gefäß (Abbildung 9) immerhin den Vorzug vor den unschönen Kehrichtständern geben.

Kehrichtgrube in Glasgow.

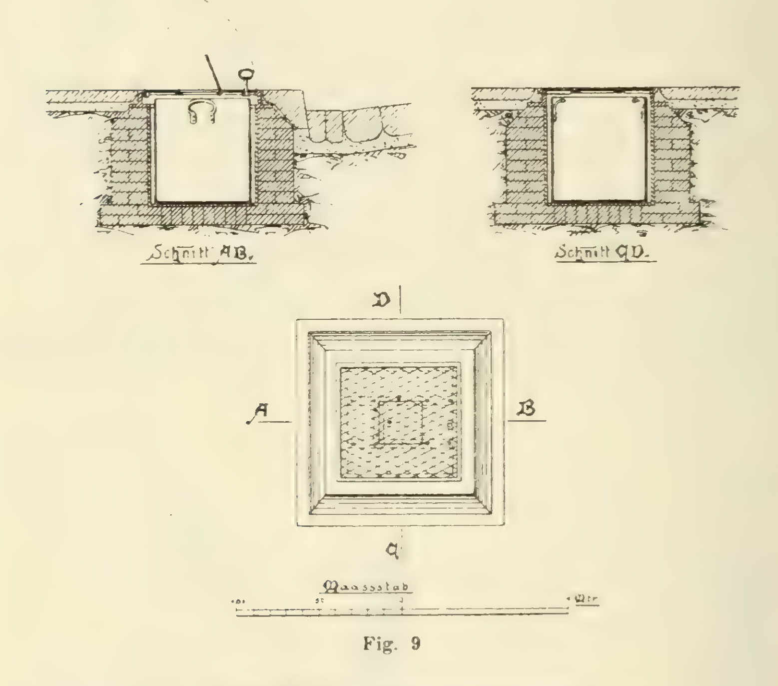


Fig. 9

Kehrichtverlademaschine.

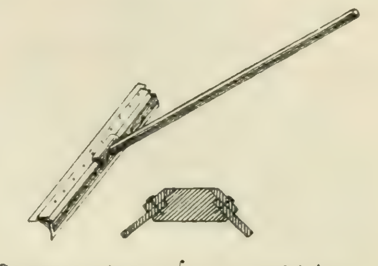
Die Maschinen zur gleichzeitigen Zusammenbringung und Verladung des Kehrichts haben sich nicht bewährt, da dieselben sich den Unebenheiten und der Rundung der Straßen nicht genügend anschmiegen lassen.

Reinigung der Fuſswege.

Die Reinigung der Fußwege ist im allgemeinen leichter zu bewerkstelligen als diejenige der Fahrstraßen, da die Verunreinigung derselben geringer ist. Für gewöhnlich ist ein Absammeln derselben vollständig ausreichend. Bei trockenem Wetter ist auch hier die vorherige Besprengung der zu reinigenden Flächen erforderlich, welche aber meist unmittelbar vor der Reinigung mit Handgießkannen ausgeführt wird. Die Trottoirreinigung während der Nacht geschieht am besten gleich nach der Maschinenarbeit auf der Fahrstraße, damit auch der Fußwegskehricht mit dem Maschinenstrich zugleich beseitigt wird. Bei Regenwetter findet die Reinigung der Plattentrottoire am besten mittels Gummischieber (Abbildung 10) statt; bei nebligem Wetter

ist die Arbeit des Gummischiebers durch vorherige Annässung der betreffenden Flächen vorzubereiten.

Die Schneesäuberung der Fußwege ist, wie erwähnt, in den Straßenordnungen der meisten Städte den Eigentümern, in anderen auch wohl den Platzinhabern, resp. den Bewohnern des Erdgeschosses oder, falls dieses unbewohnt, dem Bewohner des nächst höheren Geschosses, und erst bei vollständig unbenutzten Grundstücken dem Eigentümer auferlegt. Letztere Vorschrift verdient den Vorzug, weil die schleunigste Ausführung dieser Notstandsarbeiten dadurch besser gewährleistet ist. Die Auflage selbst ist den Anwohnern aber meist sehr unbequem, und sollte man deshalb diese Arbeit auf das wirklich erforderliche Maß beschränken, das heißt, man sollte sofort nur die Abschiebung des losen Schnees, dagegen die Beseitigung des festgetretenen Schnees von den Plattentrottoiren erst nach Erleichterung der Arbeit infolge eines ergiebigen Tauwetters verlangen. In der Zwischenzeit müssen die Trottoire nur gangbar gehalten werden, indem etwa sich bildende Höcker abgearbeitet und entstehende Glätte durch ausreichende Bestreuung mit abstumpfendem Material beseitigt wird. Das sinnlose Abhacken des Schnees von den Fußwegsplatten bei Frostwetter steigert oft nur die Glätte, verursacht große Mühe und gefährdet die Platten. Bei ausnahmsweise breiten Fußwegen könnte man sich auf die Gangbarhaltung eines Verkehrsstreifens beschränken und die Anhäufung des hier abgeräumten Schnees auf der übrigen Trottoirfläche, namentlich in den Baumreihen gestatten, wenn nur vor jedem Hauseingange ein Durchgang nach der Fahrstraße frei gemacht wird. Die Handhabung der betreffenden Bestimmungen der Straßenordnung in diesem Sinne setzt allerdings ein sachgemäßes Verständnis für diesen Gegenstand bei den unteren Organen der Polizeibehörde voraus, welches nicht immer zu finden ist, und die Folge ist dann, daß die Anwohner oft unvorgesehen 8 Tage nach einem Schneefall Strafmandate zugestellt erhalten über angeblich ungenügende Reinhaltung der Fußwegsfläche und dann selten noch den wirklichen Zustand des Trottoirs erinnern, resp. nachweisen können. Es sollte deshalb für diese Bestimmungen nicht das einfache Strafverfahren, sondern das Ansageverfahren Anwendung finden, sodaß jedem Verpflichteten für die Bestreuung mit abstumpfendem Material etwa $^1/_4$ Stunde, für die weniger eilige Reinigung des Trottoirs aber mindestens 1 Stunde Zeit verbliebe. Erst nach Ablauf dieser Frist sollte die Polizeibehörde eine Strafe diktieren, dann aber gleichzeitig die umgehende Ausführung der betreffenden Arbeit auf Kosten der Beteiligten veranlassen, wofür event. das Straßenreinigungswesen seine Kräfte zur Verfügung stellen kann.



Doppelseitiger Gummischieber.

Fig. 10.

Die Gangbarhaltung solcher Fußwege, an denen ein Anlieger nicht vorhanden ist, also von öffentlichen Promenaden, Fußwegen vor Uferstrecken, öffentlichen Gartenanlagen, Landungsplätzen u. s. w. sowie aller Uebergänge über die Fahrstraßen ist Sache der Straßenreinigung, welche mit diesen Arbeiten, neben der Fahrbahnaufräumung, auch reichlich in

Anspruch genommen ist. Zum Beispiel sei angeführt, daß in Hamburg statt der im Sommer beschäftigten ca. 300 Arbeiter bei einem Schneefall ein Personal von ca. 2400 Mann beschäftigt wird und daß die hierzu erforderliche Zahl von Hilfsarbeitern oft kaum zu beschaffen ist.

Beseitigung der Winterglätte auf den Fußwegen.

Als abstumpfendes Material zur Bestreuung bei Winterglätte wird seitens der Anwohner vielfach Asche benutzt, doch sieht man in Städten, in denen keine getrennte Aufbewahrung der Asche und des sonstigen Hausunrats vorgeschrieben ist, nicht selten, daß einfach der Inhalt des Müllgefäßes über das Trottoir ausgestreut wird. Gegen diese Form der Verunreinigung der Straße sollte energisch Front gemacht werden.

Marktreinigung.

Zu den ferneren Aufgaben der Straßenreinigung gehört meistens auch die Reinigung der Marktplätze und Markthallen, auf welche wegen der möglichen schädlichen Beeinflussung unserer Nahrungsmittel das größte Gewicht gelegt werden muß. Diese Reinigung geschieht zweckmäßig schon während des Marktes durch Absammeln, nach Schluß des Marktes aber durch eine gründliche Spülung vom Hydranten aus, wobei der Markt aber vollständig geräumt sein muß. Der hierbei gewonnene Kehricht muß schleunigst entfernt werden, da er außerordentlich schnell in Fäulnis übergeht. Falls der Marktplatz an den mit Fleisch- und Fischständen besetzten Stellen nicht etwa mit vollständig undurchlässigem Material gepflastert ist, muß außerdem eine Desinfektion dieser Stände stattfinden. (Ueber Markthallen siehe Bd. VI dieses Handbuches.)

Verhütung der Strassenverunreinigung.

Alle Arbeit der Straßenreinigung ist umsonst, wenn die Wiederverunreinigung nicht möglichst verhütet wird. Der allen Ernstes vor einiger Zeit gemachte Vorschlag, den Pferden einen Dungbeutel umzuhängen, dürfte allerdings über das Ziel hinausschießen. Die Straßenordnungen aller Städte sollten jedoch nicht allein die böswillige oder fahrlässige Verunreinigung der Straße bei Strafe verbieten, sondern auch die Vorschrift enthalten, daß die Verunreinigung der Straße von demjenigen zu beseitigen ist, welcher dieselbe veranlaßt hat. Auf die Beobachtung der Innehaltung dieser Vorschrift dürften neben den Polizeiorganen auch die Beamten und Arbeiter der Straßenreinigung zweckmäßig verpflichtet werden, da diese durch ihre Beschäftigung auf solche Uebertretungen am leichtesten aufmerksam werden. Dieselben können dann die Uebertretung nicht nur der Polizeibehörde zur weiteren Verfolgung melden, sondern auch erforderlichenfalls die Reinigung auf Kosten des Betreffenden umgehend veranlassen. Erwünscht ist auch eine in den Straßenordnungen vieler Städte enthaltene Bestimmung, daß der Transport von Erde, Sand und ähnlichen Materialien nur in vollständig dichtgefügten Wagen geschehen darf. Wenn die schlimmsten Verunreinigungen auch durch überladene Wagen stattfinden, so geben doch auch die kleinen Ausspillungen vieler Lastwagen zu einer starken Schmutzbildung Veranlassung. Die sich zur Zeit anbahnende Einführung des elektrischen Betriebes bei den Straßenbahnen

und der dadurch herbeigeführte Fortfall eines großen Teils der auf der Straße verkehrenden Pferde wird eine starke Verminderung des Kehrichts auf den Straßen unserer Großstädte hervorrufen. Hoffentlich gelingt es bald durch Verbesserung der elektrischen Akkumulatoren, diesen Vorteil auch den übrigen Fuhrwerken zu erringen und so die Straßen von dem wesentlichsten Faktor der Verunreinigung zu befreien.

Litteratur am Ende von Abschnitt VII.

III. Strassenbesprengung.

Einleitung.

Von der Straßenbesprengung wird seitens des Publikums gewöhnlich mehr verlangt, als dieselbe erfüllen kann. Die Besprengung soll angeblich nicht nur die Staubbildung niederhalten, sondern direkt verhindern; außerdem durch die Verdunstung des Wassers Kühlung bringen, den Bäumen die nötige Feuchtigkeit zuführen und endlich, die bei hartem Pflastermaterial und trockenem Wetter entstehende, Glätte beseitigen.

Staubbeseitigung.

Was zunächst die Staubbeseitigung betrifft, so ist dies der vom hygienischen Standpunkte wichtigste Zweck der Besprengung, da der Straßenstaub als Träger und Verbreiter von Krankheitskeimen aller Art erkannt ist. Doch ist hierbei zu beachten, daß trockener Staub zwar geeignet ist, Bakterien aufzunehmen und eine Zeit lang lebensfähig zu erhalten, daß eine Vermehrung der Bakterien aber das Vorhandensein von Feuchtigkeit voraussetzt. Der angefeuchtete Kehricht kann unter Umständen als Nährboden aufgefaßt werden, sodaß der Wert der Besprengung zur Zeit der Herrschaft einer Epidemie immerhin zweifelhaft erscheinen kann. Falls das zur Besprengung verwandte Wasser nicht vollständig einwandsfrei ist, kann die Besprengung in solchen Zeiten sogar bedenklich sein. Solche Bedenken und mehr noch der Wunsch, dem Teil der Bevölkerung, welcher nicht die Mittel hat, sein Trinkwasser selbst zu kochen, möglichst viel gesundes Quellwasser zugänglich zu machen, führte bei der Choleraepidemie in Hamburg im Jahre 1892 dazu, die Besprengung ganz einzustellen und die Sprengwagen nach vorheriger Desinfektion zum Trinkwassertransport zu benutzen.

Die Bildung von Staubwolken in den Straßen ist bei windigem, Wetter auch durch Besprengung nicht zu verhindern, denn solche Staubwolken entstehen nicht nur auf den Fahrwegen, sondern auch auf den Fußwegen, in Gärten und Zwischenplätzen, welche nicht besprengt werden, ja bei stürmischem Wetter werden oft ganze Staubwolken außerhalb der Stadt auf sandigen Flächen und staubigen Landstraßen aufgenommen und dann über die Stadt entladen. Solchen Staubwolken gegenüber ist die Straßenbesprengung ziemlich machtlos. Nur den Verkehrsstaub, wie solcher durch Einwirkung der Wagenräder und Pferdehufe auf der Fahrstraße oder durch die Fußgänger auf den Fußwegen entsteht, kann die Straßenbesprengung mit Erfolg bekämpfen, wenn gleichzeitig der staubbildende Kehricht durch eine geordnete Straßenreinigung in nicht zu seltenen Perioden entfernt wird. Wo solche Reinigung nicht stattfindet, läßt sich auch durch die Bespren-

gung kein zufriedenstellender Zustand erzielen, denn die Kehrichtlage wird entweder nicht genügend durchfeuchtet oder durch die reichliche Besprengung in einen Morast verwandelt.

Kühlung durch die Besprengung.

Durch den Wärmeverbrauch bei der Verdunstung des Sprengwassers wird vorübergehend eine angenehme Kühle erzeugt. Es heißt aber in den Anforderungen zu weit gehen, wenn man verlangt, daß eine dem Sonnenbrand ausgesetzte Straße zum Zweck der Kühlung konstant naß gehalten werden soll.

Anfeuchtung der Bäume.

Den Alleebäumen wird bei ganz gepflasterten Straßen selbst durch eine reichliche Besprengung kaum die nötige Feuchtigkeit zugeführt, doch läßt sich bei entsprechend angelegten Bewässerungsvorrichtungen das Fehlende mit dem Spreggeschirr leicht ergänzen.

Feuchtigkeitsgrad.

Im allgemeinen wird eine Straßenbesprengung um so besser ihren Zweck erfüllen, je gleichmäßiger die Straßen feucht gehalten werden, denn nasse und schlüpfrige Straßen belästigen den Verkehr gerade so, wie staubige Straßen. Es ist mithin eine oftmalige leichte Anfeuchtung einer weniger häufigen kräftigeren Besprengung vorzuziehen.

Sprengmethoden.

Die Besprengung erfolgt entweder direkt mittels Schläuchen vom Hydranten aus, oder mittels Wasserwagen, bei denen die Verteilung des Wassers durch Schlauchbrause, Turbine oder Brauserohr bewirkt wird. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird die eine oder andere Methode den Vorzug verdienen. Die Besprengung vom Hydranten aus ist bei sehr breiten und sonnigen Straßen namentlich dann vorteilhaft, wenn in denselben breite Promenaden vorhanden sind, deren Mitbesprengung erwünscht ist. In engen verkehrsreichen Straßen ist diese Methode dagegen zu verwerfen, da die Schläuche den Verkehr behindern, durch den Wasserstrahl Passanten leicht durchnäßt und beschmutzt, und Pferde scheu gemacht werden. Außerdem wird bei dieser Methode meistens eine zu reichliche Besprengung erzielt und die Pflasterfuge ausgespült. Der Wasserwagen mit Schlauchbrause, welche von einem Begleitmann an einem Tau hin und her geschwenkt wird, ist zur Besprengung der ganzen Straßenbreite wohl nur in Wien gebräuchlich. Die Arbeit ist sehr umständlich, erzielt wenig gleichmäßige Wirkung und zieht ebenfalls leicht Belästigung des Straßenverkehrs nach sich. Der Turbinensprengwagen hat den Vorteil, daß er das Wasser in erwünschter Weise sehr fein zerteilt und bis zu 10 m Breite, also doppelt so breit wie der Brauserohrwagen, aussprengt. Man kann also mit demselben schmale Fahrstraßen mit einem Strich versorgen oder bei mehreren Strichen auch noch die Fußwege mit besprengen. Da die Besprengung aber für jedes in den Sprengbereich des Wagens kommende Hindernis aussetzen muß, ist derselbe nur in Straßen verwendbar, welche im Verhältnis zur Breite nur geringen Verkehr haben. Am meisten hat bis jetzt der Brauserohrwagen seine Stellung behauptet, da er sich dem Verkehr am besten anbequemt. Um die auszusprengende

Wassermenge je nach Bedarf etwas verändern zu können, hat man diese Wagen in London mit 2 Sprengrohren übereinander hergestellt, von welchen das eine Rohr halb so viele Löcher hat als das andere. Je nach Erfordernis kann der Kutscher das eine oder das andere oder auch beide Brauserohre zugleich in Thätigkeit setzen.

Jahreszeit. Trockene Perioden, während deren eine Niederhaltung des Staubes erwünscht ist, können während des ganzen Jahres vorkommen, da die Besprengung aber wegen Glatteisbildung bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt unmöglich, in der Nähe desselben aber immerhin schon bedenklich ist, wird die Besprengung im nördlichen Europa meistens auf die Zeit von Anfang März bis Ende Oktober beschränkt. In den Monaten März und Oktober trocknet es selten so stark, daß eine mehr als einmalige Besprengung erforderlich ist. Die Zahl der Sprengtage im Jahre ist je nach den klimatischen und Witterungsverhältnissen verschieden. Für Deutschland kann man auf 150 bis 170 Sprengtage rechnen, doch wird höchstens an 100 Sprengtagen eine mehrmalige Besprengung erforderlich sein.

Tageszeit. Seitens des Publikums wird gewöhnlich angenommen, daß die Besprengung während der brennenden Sonnenhitze in den Mittagsstunden am vorteilhaftesten sei. Der Erfolg lehrt jedoch, daß das Wasser auf den von der Sonne erhitzten Pflasterflächen so schnell verdunstet, daß es nicht einziehen und nachhaltig wirken kann. Eine Besprengung in den Abend- und Morgenstunden ist deshalb vorzuziehen.

Wiederholung der Besprengung.

Wie oft eine Besprengung am Tage erforderlich ist, hängt von der mehr oder weniger schattigen Lage der Straße, der Pflasterart und der Temperatur ab. Eine einmalige Besprengung ist im Frühjahr und Herbst in der Regel ausreichend, im Sommer genügt dieselbe aber nur notdürftig in schmalen schattigen Straßen. In allen anderen Straßen ist im Sommer eine 2malige Besprengung erforderlich. Im Hochsommer kann in sonnigen Lagen und bei staubigem Pflaster (namentlich Steinschlagbahnen) sogar eine 3- und 4malige Besprengung erwünscht sein. Um den hiernach sehr veränderlichen Anforderungen ohne allzu große Unkosten entsprechen zu können, empfiehlt es sich, den Arbeitsplan so aufzustellen, daß eine Wagenpartie nur die einmalige Besprengung aller Straßen ausführt, während für die weiteren Besprengungen besondere Wagen nur vorübergehend in Dienst gestellt werden.

Leistung eines Sprengwagens.

Vorteilhaft sind einspännige Brauserohrwagen von 1,5 cbm Inhalt. Ein solcher Wagen, von einem Kutscher vollständig bedient, sprengt in Hamburg bei 9-stündiger Arbeitszeit 44 Füllungen aus. Die Strichbreite beträgt 4,5—5 m, die mit einer Füllung zu erreichende Länge des Striches 450 m, sodaß mit einem Wagen täglich 89 bis 99000 qm einmal besprengt werden.

Fuß- und Reitwegsbesprengung.

Die Besprengung der Trottoire und Reitwege, welche von den gewöhnlichen Wasserwagen nicht befahren werden können, erfordert besondere Vorkehrungen. Soweit vollständige Plattentrottoire in Frage

kommen, kann man eine Besprengung überhaupt entbehren, da diese sich bei einiger Sorgfalt so rein halten lassen, daß eine Staubbildung durch den Verkehr ausgeschlossen ist. Bei den in Vorortsstraßen gebräuchlichen Grandpromenaden ist dagegen eine Besprengung sehr angebracht. Da in diesen Straßen aber meistens Vorgärten vorhanden sind, welche von den Anliegern ohnehin mit dem Schlauch besprengt werden, können die Anlieger auch den Fußwegen mit Leichtigkeit die erforderliche Feuchtigkeit zuführen. Wo aber solche Anlieger nicht vorhanden sind, z. B. bei Wegen in oder neben städtischen Anlagen, in Uferstraßen, bei Mittelpromenaden etc. ist eine staatsseitige Besprengung erwünscht. Falls man nicht vorzieht an solchen Stellen die Besprengung der Fußwege gemeinschaftlich mit derjenigen der Anlagen oder Fahrstraßen mittelst Schläuchen vorzunehmen, werden zu dem Zweck kleinere Brauserohrwagen benutzt, welche von kleinen Ponies oder wohl einfacher von Arbeitern gezogen werden. Abbildung 11 zeigt einen solchen Handsprengwagen.



Fig. 11. Handsprengwagen.

Die Reitwege liegen meistens unmittelbar neben der Fahrbahn und werden am einfachsten nach der Wiener Methode mit einer hinter dem Wagen von einem Arbeiter geführten Schlauchbrause besprengt.

Besprengung des Asphaltpflasters.

Asphaltpflaster wird durch Besprengung schlüpfrig; es ist deshalb in London gebräuchlich, in diesen Straßen die Besprengung auf die Fläche neben dem Rinnstein (halbe Wagenbreite) zu beschränken, während man in Berlin die Asphaltflächen nur einmal am Tage, dann aber gründlich besprengt und sofort mit dem Gummischieber wieder abtrocknet, also, richtiger bezeichnet, die Straße wäscht.

Rinnsteinspülung.

In engen Straßen, in denen weder mit dem Wasserwagen noch mit Schläuchen eine Besprengung ausführbar ist, pflegt man dieselbe durch eine dort meist erwünschte Rinnsteinspülung zu ersetzen.

Wassermenge.

Die Wassermenge zur Besprengung muß so bemessen sein, daß das Wasser nicht durch die Regenabflüsse ungenützt abfließt, wie dies bei der Schlauchbesprengung meistens der Fall ist, bei welcher man deshalb mit 1 cbm Wasser nur 1000 qm besprengt, während bei der Wagenbesprengung mit demselben Quantum 1400 qm, bei dem Turbinenwagen sogar 3000 qm (natürlich weniger nachhaltig) besprengt werden.

Kosten der Besprengung.

Nachstehend ist eine Vergleichung der Kosten der Besprengung gegeben, je nachdem dieselbe mit Schläuchen oder mit Brauserohrwagen für Pferde- und Handbetrieb ausgeführt wird. Den betreffenden Zahlen sind die in Hamburg gesammelten Erfahrungen, die dort gebräuchlichen Löhne, sowie eine Vergütung von 5 Pf. pro cbm des der Leitung entnommenen Wassers zu Grunde gelegt:

Besprengung mit	Preis pro cbm versprengtes Wasser	Preis pro 1000 qm einmal besprengte Fläche
Schlauch	25 Pf.	25 Pf.
Wagen	20 „	14 „
Handwagen	32 „	17 „

Besprengung mit Seewasser.

Das Wasser zur Besprengung wird meistens dem allgemeinen Versorgungsnetz entnommen. In Seestädten hat man jedoch mehrfach besondere Seewasserleitungen für diesen Zweck angelegt, da das Seewasser in Folge seines Salzgehalts sehr viel nachhaltiger wirkt als das Süßwasser und der Staub auf der Oberfläche des Pflasters festgehalten wird. Eine einmalige Besprengung mit Seewasser soll in allen Fällen ausreichend sein. Es liegt die Frage nahe, ob dieser Vorteil nicht auch in den Binnenlandstädten durch künstlichen Salzzusatz erreicht werden kann. Die Rechnung zeigt aber, da das Meerwasser 2—4 % Salze enthält, daß ein dementsprechender Zusatz von Salz zum Süßwasser sehr viel mehr Kosten verursacht als die nochmalige Besprengung. Außerdem soll das Pflaster nach der Besprengung mit Seewasser schlüpfrig werden und sich bei eintretendem Regen eine erheblich größere Schlammmasse bilden.

Besprengung mit Desinfektionsmitteln.

In Epidemiezeiten hat man mehrfach die Anforderung gestellt, die Besprengung mit desinfiziertem Wasser vorzunehmen. Eine solche Maßregel ist aber entschieden zu verwerfen, da sie sehr kostspielig und dabei nutzlos ist. Sollte dieselbe Erfolg versprechen, müßten starke Lösungen angewandt, also große Mengen von Desinfektionsstoffen verbraucht werden, wodurch nur eine weitere Verteuerung der in solchen Zeiten ohnehin sehr im Preis steigenden Desinfektionsmittel herbeigeführt wird. Es ist hier der Grundsatz zu befolgen, daß nur dort zu desinfizieren ist, wo Verunreinigungen vorhanden oder wenigstens bestimmt zu vermuten sind.

IV. Oeffentliche Bedürfnisanstalten.

Einleitung.

Die Errichtung öffentlicher Bedürfnisanstalten, nicht nur für das männliche, sondern auch für das weibliche Geschlecht, gehört zu den wichtigsten sanitären Aufgaben größerer Städte. Vielfach beschränkt sich die Fürsorge der Städte nur auf die Errichtung öffentlicher Pissoire, ebenso notwendig ist aber die Anlage von Aborten. Namentlich in Hafenplätzen und Städten mit schiffbaren Wasserstraßen sind derartige Anlagen für die Schiffahrt treibende Bevölkerung im Interesse der Reinhaltung der Wasserzüge von größter hygienischer Bedeutung. Doch auch für das auf den Straßen verkehrende Publikum sind dieselben erforderlich. Die Wahl passender Plätze für solche Anstalten macht den Stadtverwaltungen allerdings große Schwierigkeit, da dieselben leicht erreichbar und möglichst in der Nähe der Verkehrsmittelpunkte liegen sollen, während aus ästhetischen Rücksichten eine möglichst unauffällige Lage verlangt wird. Wenn jedermann auch die Notwendigkeit solcher Anlagen anerkennt, pflegen die nächsten Anlieger doch stets Proteste gegen die Errichtung einer solchen Anstalt an der beabsichtigten Stelle zu erheben. In vielen Fällen wird die Errichtung der Bedürfnisanstalten in Verbindung mit öffentlichen Bauwerken, als Brücken, Schleusen, Ufermauern und Landungstreppen oder in Verbindung mit öffentlichen Gebäuden, als Markthallen, Polizeiwachen etc., willkommene Abhilfe bieten. Als letzte Eventualität kommt die Errichtung unterirdischer Anstalten, wie solche wohl in großartigster Weise in London errichtet sind, in Frage.

Betriebsart.

In vielen Städten hat man den Betrieb derartiger Anstalten, gegen Berechtigung zur Erhebung einer Benutzungsgebühr, an Uebernehmer übertragen; in anderen Städten hat man diese Uebernehmer nebenbei zur Gestellung einer Anzahl von Pissoirständen zur unentgeltlichen Benutzung verpflichtet. Ohne die Zweckmäßigkeit auch solcher Anlagen in Frage zu stellen, muß vom Standpunkte des Gesundheitswesens doch der Errichtung vollständig unentgeltlicher Bedürfnisanstalten das Wort geredet werden, damit dieselben auch für die Unbemittelten ihren Zweck erfüllen.

Die Herstellung und Reparatur der Anstalten ist gewöhnlich dem Tiefbauwesen unterstellt, während der Betrieb meistens dem Straßenreinigungswesen überwiesen wird. In Fällen, wo das Straßenreinigungswesen über die nötigen technischen Kräfte verfügt, würde es zweckmäßiger sein, diesem auch den Bau und die Reparatur der Bedürfnisanstalten zu überweisen, da dann am besten die beim Betriebe gesammelten Erfahrungen mit den oft komplizierten mechanischen Einrichtungen Berücksichtigung finden.

Konstruktion.

Die zweckmäßigste Konstruktion der Bedürfnisanstalten ist von örtlichen Verhältnissen, besonders von der Leistungsfähigkeit der Kanalisation und Wasserversorgung abhängig. Im Interesse der leichten

Reinhaltung und des guten Eindrucks ist eine solide Herstellung und sorgfältige Unterhaltung bei allen Konstruktionen erforderlich. Die Erfahrung lehrt auch, daß solche Anstalten seitens des Publikums um so mehr geschont werden, je besser dieselben ausgestattet und unterhalten sind. Beim Bau der Bedürfnisanstalten sollte das leicht in Fäulnis übergehende Holz möglichst vermieden und überhaupt nur solche wasserdichte Materialien verwandt werden, welche ohne Schaden gespült und gescheuert werden können, also namentlich Stein, Metall, Glas etc.

Pissoire.

Bei den Pissoiren unterscheidet man Trockenpissoire, Oelpissoire und Spülpissoire. Die ersteren werden fast nur in kleineren Orten ausgeführt, in welchen Kanalisation und allgemeine Wasserversorgung noch zu den frommen Wünschen gehören. Die Trockenpissoire, welche meistens nur aus einer mit Metall beschlagenen Holzrinne zu bestehen pflegen, durch die der Urin in eine Tonne oder Grube geleitet wird, verlangen eine viel sorgfältigere Reinigung als die Spülpissoire und außerdem eine regelmäßige Desinfektion, um Geruch und sonstige Schäden zu vermeiden.

Oelpissoire.

Bei den Oelpissoiren werden die vom Urin benetzten Flächen mit Oel bestrichen, damit der Urin von diesen Flächen, ohne zu haften, abperlt. Versuchsweise sind solche Pissoire schon seit Jahren verwandt worden, sie haben aber bis jetzt keine rechte Aufnahme gefunden, weil die verwandten Oelsorten den Zweck nicht genügend erfüllten. Neuerdings soll es nun Beetz in Wien gelungen sein, eine Oelkomposition zu schaffen, welche nicht allein an den bestrichenen Flächen genügend haftet, sondern gleichzeitig eine desodorisierende und desinfizierende Wirkung ausübt. Gleichzeitig hat Beetz einen Geruchsverschluß (Oelsiphon) konstruiert, bei welchem der abfließende Urin durch eine Schicht dieses Oels fällt, ehe derselbe in die Sielleitung überfließt. Die nach dieser Methode ausgestatteten Pissoire in Wien sollen sich gut bewähren und infolge des ersparten Wassers bedeutend billiger im Betriebe sein als die Spülpissoire. Nähere Ergebnisse dürften erst abzuwarten sein.

Pissoire mit Wasserspülung.

Am meisten vertreten sind zur Zeit die Pissoire mit Wasserspülung. Hier sind zu unterscheiden solche mit ununterbrochener Spülung, solche mit periodischer Spülung und endlich solche mit Spülung während, resp. unmittelbar nach jeder Benutzung. Eine ununterbrochene und reichliche Spülung ist die sicherste Methode zur unschädlichen Beseitigung des Urins, leider ist dieselbe aber nur dort angebracht, wo eine billige und reichliche Wasserversorgung vorhanden ist. Die Spülung eines solchen Standes kostet je nach der Stärke der Spülung bei einem Wasserpreis von 10 Pf. pr. cbm im Jahr M. 200 bis 700. Die nur gelegentliche Spülung, bei welcher die mit Urin benetzten Flächen abtrocknen können, erfüllt nicht ihren Zweck; man hat deshalb Apparate konstruiert, die mit Hilfe eines sich langsam füllenden und dann plötzlich entleerenden Wasserbehälters die Spülung in regelmäßigen Intervallen selbständig an- und abstellen. Diese Appa-

rate bewähren sich ganz gut und ergeben eine große Wasserersparnis, doch wird auch bei diesen Apparaten noch eine große Wassermenge vergeudet während der Nichtbenutzung der Stände. Der vollkommenste Apparat, um den Wasserverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren, ohne die wirklich erforderliche Spülung zu beschränken, ist unter andern der von Schäffer & Walcker in Berlin konstruierte Spülhahn, welcher durch ein bewegliches Trittbrett in Funktion gesetzt wird, sodaß schon vor der Benutzung eine schwache Berieselung der fraglichen Flächen erfolgt, während beim Abtreten sofort eine kurze, aber energische Spülung eintritt. Hier ist der Wasserverbrauch also von der Benutzung der Anstalt abhängig und deshalb ist diese Konstruktion in ökonomischer Beziehung am vorteilhaftesten. Der Hahn setzt allerdings voraus, daß das Wasser frei von schwimmenden Bestandteilen ist. Das ersparte Wasser dürfte aber reichlich die vermehrten Reparaturkosten derartiger komplizierter mechanischer Einrichtungen decken.

Bei den Spülpissoiren pflegt man entweder Becken zu verwenden, oder die Rückseite des Standes mit Schiefer zu bekleiden. Bei letzterer Anordnung wird die Spülung sehr oft durch ein vor der Schieferplatte in Leibhöhe liegendes durchlochtes Rohr bewirkt, aus welchem das Wasser in feinen Strahlen gegen die Schieferwand spritzt. Diese Löcher setzen sich leicht zu, sodaß die Spülung der Platte nur unvollkommen geschieht, auch wird das Publikum oft durch Spritzwasser belästigt. Vorteilhafter erscheint deshalb die Lösung, bei welcher das Wasser in Schulterhöhe in eine kleine Rinne fließt, über deren vollständig horizontalen Rand das Wasser rieselt.

Aborte.

Für öffentliche Abortanlagen in Ortschaften ohne Kanalisation kommen Grubenaborte, Kübelaborte, Erd- und Torfstreuklosetts in Frage, deren Vor- und Nachteile im Kapitel Abfuhrsystem dieses Handbuches (Bd. II Abtlg. 1) geschildert sind. In größeren Städten werden meist nur Aborte mit Wasserleitung und Anschluß an die Kanalisation ausgeführt. Hier unterscheidet man zwischen den eigentlichen Wasserklosetts und den sogenannten Trog- oder Latrinenaborten, bei welchen die Fäkalien in offenen, mit Wasser gefüllten und nur periodisch in das Kanalsystem entleerten, gemauerten und cementierten Gruben gesammelt werden. Diese letztere Konstruktion, welche aus den alten Schwindgruben entstanden zu sein scheint, hat gegen die Wasserklosetts nur den Vorzug, daß keine mechanischen Konstruktionen vorhanden sind, die in Unordnung kommen können, dagegen den Nachteil, daß die Fäkalien vor der Abführung erst einige Zeit aufbewahrt werden, also in Fäulnis übergehen können. Es ist deshalb auch eine reichliche Desinfektion dieser Latrinen erforderlich. In neuerer Zeit ist man auch für öffentliche Abortsanlagen trotz der komplizierten Einrichtung mehr und mehr zu den Wasserklosetts übergegangen, welche dann aber meistens als freistehende Klosetts mit Steingutuntersatz und beschränkter Spülwassermenge, vielfach auch mit selbstthätig durch die Bewegung der Thür oder das Aufklappen des Sitzbrettes bewirkter Ingangsetzung der Spülung hergestellt werden. Derartige Aborte, gut in Stand gehalten, lassen in sanitärer Beziehung kaum etwas zu wünschen. Die Schilderung der Details der vielen diesem Zweck dienenden Konstruktionen kann nicht Aufgabe dieses Handbuches sein; dem sich dafür interessierenden

Leser sei die eingehende Darstellung dieses Gegenstandes im Handbuch der Architektur empfohlen.

Bei jeder Abortanlage sollten auch einige Pissoirstände angelegt werden, da hierdurch die vielfach vorkommende Verunreinigung der Sitze beim Urinieren verhindert wird.

Waschtoiletten.

Mit größeren Bedürfnisanstalten, in denen eine konstante Aufsicht vorhanden ist, werden zweckmäßig Waschtoiletten verbunden, für deren Benutzung das bessere Publikum gern die festgesetzte Gebühr bezahlt.

Bewachung und Reinhaltung.

Die Bewachung und Reinhaltung der öffentlichen Bedürfnisanstalten wird meistens dem Straßenreinigungswesen übertragen, welches jedoch für diesen Dienst besondere Arbeiter anstellt, die bald mit den mechanischen Einrichtungen vertraut sind und kleinere Reparaturen selbst erledigen können. Diese Arbeiter müssen in regelmäßiger Folge alle ihnen überwiesenen Anstalten kontrollieren, reinigen und desinfizieren, auch bei eintretendem stärkeren Frostwetter die Wasserspülung abstellen. Bei größeren mit Abortanlagen verbundenen Anstalten empfiehlt es sich außerdem, eine ständige Aufsicht, etwa durch invalide Arbeiter einzurichten, denen dann ein Teil der betreffenden Arbeiten mit übertragen werden kann. Mit Bezug auf die Reinhaltung ist besonders hervorzuheben, daß dieselbe sich keinenfalls auf die mit den Dejektionen direkt in Berührung kommenden Flächen beschränken darf, daß vielmehr eine öftere Reinigung aller inneren und äußeren Flächen der Anstalt unter Zuhilfenahme von Seife oder schwacher Salzsäurelösung erforderlich ist.

Desinfektion.

Ueber Desinfektion wird an anderer Stelle dieses Werkes (Bd. IX) das Erforderliche gesagt werden. An dieser Stelle genügt es, darauf hinzuweisen, daß eine gründliche Reinhaltung die beste Desinfektion ist, daß demnach für die mit vollkommenen mechanischen Einrichtungen versehenen, gut unterhaltenen und gründlich gereinigten Bedürfnisanstalten in der Regel sehr wohl alle Desinfektionsmittel entbehrt werden können. Bei einfachen älteren Konstruktionen oder bei Anstalten ohne Sielanschluß und Wasserspülung ist die Desinfektion dagegen erforderlich. In solchen Fällen werden für Pissoire meistens kreosothaltige Teerpräparate, für Aborte vorherrschend Kalkmilch und Chlorkalk benutzt. Desinfektionspulver ebenso wie die sog. Desinfektionssteine werden von wissenschaftlicher Seite neuerdings als ziemlich zwecklos verworfen. In den Augen des Publikums wirkt aber bis jetzt noch eine indifferente Kreidemasse besser als das wirkungsvollste, aber unauffällige Desinfektionsmittel, es läßt sich daher die Benutzung solcher sichtbaren Desinfektionsmittel zur Zeit noch nicht umgehen.

V. Sammlung und Beseitigung der Hausabfälle.

Einleitung.

Als Hausabfälle bezeichnet man die im Hauswesen entstehenden festen Abfälle aller Art, namentlich Kehricht, Küchenabfälle, Speisereste,

Asche u. s. w., denen sich meist noch kleine Mengen von tierischem Dung, von Verpackungsmaterialien, gewerblichen Abfällen und Gartenabfällen zugesellen. In einzelnen Städten werden diese Stoffe auch wohl als Müll, Hauskehricht oder Hausunrat bezeichnet. Die sichere Aufbewahrung und unschädliche Beseitigung dieser Stoffe ist von ebenso großer sanitärer Bedeutung für dichter bebaute Ortschaften wie die Beseitigung des Gebrauchswassers, denn die Hausabfälle sind nicht selten mit infizierten Stoffen, immer aber mit organischen Bestandteilen durchsetzt, welche sehr schnell in Fäulnis übergehen und dadurch bei unvorsichtiger Behandlung sowohl den Boden wie die Luft durchseuchen können.

Sammlung der Hausabfälle.

Die Sammlung der Hausabfälle geschieht meistens in kleineren, leicht tragbaren Gefäßen, welche entweder direkt auf den Abfuhrwagen oder in die auf den Höfen der Grundstücke vorhandenen größeren Kehrichtgruben oder Kehrichtbehälter entleert werden. Die Kehrichtgefäße sollten stets aus Metall, vollständig dicht und mit möglichst luftdicht schließendem Deckel hergestellt werden. Dort, wo eine öffentliche Abfuhr der Hausabfälle eingeführt ist, pflegt man für die Gefäße meistens eine bestimmte Form und Größe zwecks leichteren Transports resp. bequemerer Entleerung auf den Abfuhrwagen vorzuschreiben. Meistens wird verlangt, daß die Gefäße von einem Manne tragbar seien. Bei staatsseitiger Abfuhr würde es nicht unzweckmäßig sein, wenn alle Gefäße nach demselben Modell staatsseitig gestellt und unterhalten würden, da man dann nicht nur bei Konstruktion des Abfuhrwagens auf die Möglichkeit der staubfreien Entleerung der Gefäße Rücksicht nehmen, sondern auch durch fortlaufende Numerierung der Gefäße eine Handhabe für die wirksame Kontrolle der Sammlung und Abfuhr der Hausabfälle schaffen könnte.

Kehrichtschächte.

Statt der tragbaren Gefäße hat man, um den Transport derselben zu sparen, in einigen Städten in den Hausmauern auch wohl Kehrichtschächte, ähnlich den Kaminen, angelegt, in welche der Kehricht geworfen und dadurch in die am Fuße derselben angelegten Gruben oder in dort aufgestellte größere Behälter geleitet wird. Bequem mag diese Anordnung immerhin sein, ob sie aber in sanitärer Beziehung vorteilhaft ist, ist mindestens zweifelhaft, da sowohl der Kehrichtschacht wie die Grube sich der Beaufsichtigung und Reinhaltung entzieht. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die oft feuchten Abfälle allmählich an den Wänden des Schachtes anhaften und so ein Seuchenherd im unmittelbaren Anschluß an die Wohnräume gebildet wird, von dem man keine Ahnung hat. Auch können die Fäulnisgase durch den Schacht direkt in die Wohnräume geleitet werden. Will man eine derartige Konstruktion ausführen, so sollte man mindestens folgende Forderungen erfüllen: 1) Herstellung des Schachtes aus glasierten Thonrohren. 2) Verlängerung des Schachtes bis über das Dach hinaus. 3) Anbringung einer selbstthätigen Klappe am Fußende des Schachtes über der Grube, um den Schacht während der Nichtbenutzung möglichst von den Grubengasen freizuhalten. 4) Anlage eines besonderen, luftdicht durch alle Geschosse gehenden Dunstrohres für die Grube. 5) Vollständig wasserdichte, gegen die übrigen Hausräume sogar luftdicht abgeschlossene Grube.

Abholung.

Die Abholung der Hausabfälle resp. die Entleerung der Gefäße sollte möglichst häufig, wenn angängig täglich, stattfinden, da eine längere Aufbewahrung dieser Stoffe in den menschlichen Wohnungen wegen der schnell eintretenden Verwesung sowie wegen der eventuellen Zucht von Ungeziefer gefährlich ist.

Verbrennung des Kehrichts in den Hausfeuerungen.

In manchen Hausständen besteht die löbliche Angewohnheit, die häuslichen Abfälle und besonders den Kehricht nicht direkt dem Kehrichtbehälter zu überweisen, sondern denselben vorher in den Hausfeuerungen zu verbrennen. Dieses Verfahren ist bei guten Feuerungsanlagen auch gänzlich unbedenklich und in sanitärer Beziehung entschieden empfehlungswert, da die dann zur Aufbewahrung und Abfuhr gelangenden Rückstände nur aus unverbrennlichen unschädlichen Stoffen, vorherrschend aus Asche bestehen. Die Abfuhr selbst wird durch die verringerte Menge erleichtert, und falls dies Verfahren sich vollständig durchführen ließe, brauchte man sich über den Verbleib der Abfuhrstoffe nicht mehr, wie jetzt, Sorge zu machen. Leider wird sich dies aber selbst durch ein entsprechendes Gesetz nicht durchführen lassen; viele Einwohner werden aus Bequemlichkeit unverbrannte organische Stoffe zwichen den Hauskehricht werfen und schließlich wird man nur wünschen müssen, daß nicht allzu viele Hausstände das Verfahren benutzen, damit dem Kehricht nicht zu viele organische Stoffe entzogen werden, und damit die Unschädlichmachung der Abfuhrstoffe durch den landwirtschaftlichen Betrieb oder durch die Verbrennung erschwert wird.

Trennung der Abfälle in den Haushaltungen.

In einigen Städten ist im Interesse einer besseren Verwertung der Abfuhrstoffe eine vorherige Trennung der Scherben und Metallteile von den übrigen Stoffen vorgeschrieben, und werden dann die Scherben für sich abgefahren, damit sie dem Landmanne nicht bei der Bearbeitung des Bodens beschwerlich fallen. In anderen Städten wird auch wohl eine Trennung der Asche von den übrigen Abfällen vorgeschrieben. So wird speziell in englischen Städten die Asche in den Haushaltungen direkt zur Kompostierung der Fäkalien in den Kübelaborten benutzt. Eine strikte Innehaltung derartiger Vorschriften ist natürlich schwer durchführbar, und damit geht der Wert derselben verloren.

Abfuhr durch die Privaten.

Die Abfuhr der Hausabfälle erfolgt nur in wenigen Städten, zu welchen bis jetzt auch eigentümlicherweise noch Berlin zählt, seitens der Grundstücksbesitzer. In diesen Städten sind Gruben oder größere auf den Höfen aufgestellte Müllbehälter gebräuchlich, welche eine längere Ansammlung der Stoffe ermöglichen. Bei diesem System entstehen folgende Uebelstände.

1) Bei der selteneren Abholung der Stoffe treten dieselben in Fäulnis, auch findet nicht selten eine schädliche Häufung der Abfälle statt.

2) Die Abfuhr ist teuer, da sich wegen mangelnder Abladeplätze nur wenig Fuhrübernehmer auf dieses Geschäft einlassen, sodaß die Grundeigentümer so ziemlich jeden verlangten Preis bezahlen müssen.

3) Die gewöhnlich am Tage stattfindende Aufladung auf den Wagen geht nicht ohne erhebliche Belästigung des Publikums durch Geruch und Staub ab.

4) Die Uebernehmer lagern den Unrat nicht selten auf unerlaubten Plätzen ab, oft sogar auf wenig belebten Straßen, und überlassen der Stadtbehörde die Weiterschaffung.

Zur teilweisen Beseitigung dieser Uebelstände hat man in Berlin bereits vor mehreren Jahren öffentliche Abladeplätze etabliert, auf welche jedermann, gegen Zahlung einer geringen Gebühr pro Fuder, Unrat abladen darf. Doch auch diese Abladeplätze machen der Stadtverwaltung vielen Kummer, da die Nachbarschaft mit Recht gegen die gesundheitsschädliche Ansammlung des Unrats auf diesen Plätzen Einspruch erhebt und die Plätze, bei der riesigen Inanspruchnahme, schnell überfüllt sind. Neuerdings hat man in Berlin deshalb beschlossen, ein Gut „Spreenhagen“ zu diesem Zweck zu erwerben, wohin der Unrat per Schiff gefahren werden soll. Ob dieses Auskunftsmittel sich auf die Dauer bewähren wird, bleibt ebenfalls zweifelhaft, da namentlich die Transportunterbrechung im Winter eine unangenehme Erschwerung dieses Verfahrens bilden wird. Ein Nachteil des jetzigen Berliner Verfahrens besteht noch darin, daß auf den Abladeplätzen Schutt und Erde, also indifferente Stoffe mit Haus- und Straßenkehricht und sonstigem Unrat zusammengeworfen werden, wodurch sowohl eine landwirtschaftliche Verwertung wie die Beseitigung durch Verbrennung unmöglich gemacht wird. Auch die vielen Vorschläge und Patentanmeldungen, welche in letzter Zeit gemacht wurden, um die Staubbelästigung bei der doppelten Umladung des Hauskehrichts zu vermeiden, lassen erkennen, daß diese Methode ihre Mängel hat. Alle zur Abhilfe vorgeschlagenen Einrichtungen werden sich aber nicht bewähren, da sie zu kompliziert sind und auf die verschiedenartige Zusammensetzung des Unrats keine Rücksicht nehmen.

Anlage von Müllgruben.

Bei der Anlage von Müllgruben sollte man darauf achten, daß dieselben vollständig dicht gemauert, oben mit einem dichtschließenden Deckel versehen und weder unmittelbar unter Fenstern noch in der Nähe von Brunnen plaziert werden. Als Material oberirdischer Sammelbehälter sollte nur Metall zulässig sein.

Dort, wo keine staatliche beziehentlich städtische Hauskehrichtabfuhr stattfindet, ist eine obrigkeitliche Aufsicht über die rechtzeitige Entleerung der Gruben und Gefäße unerläßlich, da sonst durch Nachlässigkeit der Verpflichteten eine Ueberfüllung der Behälter und eine gesundheitsschädliche Ansammlung der Stoffe stattfindet.

Abfuhr durch Interessentschaften.

In einigen kleineren Städten hat man für die Abfuhr der Hausabfälle auch wohl Interessentschaften gebildet, welche die Abfuhr für eine größere Zahl von Grundstücken gemeinschaftlich veranlassen. Diese Methode nähert sich der staatlichen Abfuhr und vermeidet manche Uebelstände des vorhergehenden Verfahrens.

Abfuhr durch die Gemeinde.

Am meisten ist die Abfuhr der Hausabfälle auf Kosten der Gemeinde

gebräuchlich, zuweilen in Verbindung mit der Abfuhr des Straßenkehrichts, in der Regel aber getrennt von dieser. Früher wurde diese Abfuhr fast ausschließlich an Uebernehmer vergeben, in der letzten Zeit neigt man mehr dem Regiebetriebe zu, weil derselbe die größte Gewähr für eine zuverlässige Ausführung bietet.

Abfuhrtermine.

Die Abfuhr erfolgt in einigen Städten 2- oder 3mal in der Woche, in anderen dagegen täglich. Die tägliche Abfuhr verdient entschieden den Vorzug, denn je öfter man der Bevölkerung Gelegenheit giebt, den Unrat fortzuschaffen, je mehr Sicherheit hat man, daß eine gesundheitsschädliche Ansammlung der Stoffe in den Wohnungen vermieden und die Ausschüttung derselben an unerlaubter Stelle unterbleibt. Als solche unerlaubte Stellen kommen die Straßen und unbebauten Plätze, unter Umständen aber auch Keller und Böden der Häuser sowie die Kanalisationseinrichtungen und Abfuhrgruben in Frage. Selbst bei einer 3mal wöchentlichen Abfuhr fallen durch den Sonntag schon immer 3 Tage zwischen zwei Abholungen; gar leicht wird aber auch einmal die Herausschaffung an einem Abfuhrtage vergessen.

Es läßt sich allerdings nicht leugnen, daß die Kosten durch die öftere Abholung infolge der größeren zu durchfahrenden Weglänge erheblich gesteigert werden, wenn auch die Abfuhrmenge nicht wesentlich wächst.

Abfuhrzeit.

Die Abholung erfolgt in kleineren Städten oft während des ganzen Tages. Wegen der vielen hieraus entstehenden Unzuträglichkeiten, namentlich Geruchs-, Staub- und Verkehrsbelästigung, hat man die Abfuhr in größeren Städten auf die frühen Morgenstunden verschoben. Hierdurch ist aber die Abfuhrzeit so sehr beschränkt, daß in der Regel nur ein Fuder von jedem Gespann in der verfügbaren Zeit gesammelt werden kann und deshalb unverhältnismäßig viele Gespanne erforderlich sind. In Hamburg hat man aus diesem Grunde die Abfuhr vollständig auf die Nachtstunden verlegt, sodaß trotz der weiten Wege 2 bis 3 Fuder von einem Gespanne geleistet werden können. Die Gefäße werden abends zwischen 10 und 11 Uhr von den Bewohnern auf die Straße oder auf die Vorderplätze der Häuser gestellt, werden dann in der Zeit von abends 11 bis morgens 7 Uhr entleert und sind bis 8 Uhr von der Straße zü entfernen. Diese Methode hat sich im allgemeinen bewährt, namentlich ist man sehr zufrieden, daß die das ästhetische Gefühl der Bevölkerung beleidigenden Kummerwagen fast unsichtbar geworden sind. Den einzigen Uebelstand bildet die Manie einiger Nachtschwärmer, die Gefäße umzustoßen oder die Deckel der Gefäße resp. diese selbst zu verschleppen.

Lumpensammeln aus dem Hauskehricht.

Das Gewerbe der Lumpensammler, welche sowohl aus den Hauskehrichtgefäßen selbst, wie später an den Abladestellen der Abfuhrwagen alles Brauchbare aussammeln, existiert wohl in allen Städten. In Paris sollen die Lumpensammler ja sogar gewisse Privilegien besitzen. So sehr man den

meist armen Leuten, welche dieser Beschäftigung nachgehen, den geringen sich hieraus ergebenden Verdienst auch gönnen kann, ebenso sehr muß man diese Manipulation vom sanitären Standpunkte verdammen. Daß direkt infizierte oder infektionsverdächtige Stoffe nicht in den Kehrichtbehälter geworfen werden dürfen, sollte eigentlich selbstverständlich sein. In den Krankenhäusern besteht auch wohl meistens die Vorschrift, derartige Stoffe zu verbrennen, in größeren Anstalten sind in neuerer Zeit sogar besondere Feuerstellen angelegt, daß aber in den Privathäusern leicht gegen dieses Gebot der Gesundheitslehre gesündigt wird, braucht nicht näher ausgeführt zu werden. Man muß deshalb den Grundsatz aufstellen, daß dasjenige, was andere Leute zur Vernichtung dem Kehrichtbehälter übergeben haben und was vielleicht mit allen möglichen Krankheitsstoffen in Berührung gewesen ist, nicht wieder ausgesammelt und in den freien Verkehr gebracht werden darf. Meistens wandern die ausgesammelten Stoffe in dumpfe Keller innerhalb der Stadt, um dort erst monatelang angesammelt und einer mehrfachen Sortierung unterworfen zu werden. Daß diese Lager unter Umständen die schlimmsten Brutstätten für ansteckende Krankheiten werden können, ist seitens der Behörden dadurch anerkannt, daß das Aussammeln von Lumpen aus dem Kehricht zur Zeit einer Epidemie in der Regel verboten wird. Es ist aber doch zweifelhaft, ob diese Maßregel nicht oft zu spät kommt und ob es nicht richtiger wäre, diese stete Gefahr durch ein vollständiges Verbot dieses Industriezweiges, soweit derselbe auf die Aussammlung aus den Hausabfällen basiert ist, zu vermeiden. Der Wert der hierdurch der Vernichtung preisgegebenen Stoffe steht in keinem Verhältnisse zu der Schädigung, welche der Allgemeinheit durch eine Epidemie erwachsen kann.

Konstruktion der Abfuhrwagen.

Die Abfuhrwagen müssen dicht und mit beweglichen Klappen versehen sein, welche nur während des Ladens geöffnet werden dürfen. Da man von diesen Wagen wegen der weiten Wege bis zum Abladeplatze eine möglichst große Ladefähigkeit und nicht zu großes Gewicht verlangt, werden dieselben meistens in Form der federlosen Blockwagen mit überhöhten Schotten und darauf liegendem, die Klappen stützenden Langbaum aus Holz hergestellt. Abbildung 12 (siehe S. 199) zeigt einen solchen Wagen, wie er in vielen Städten gebräuchlich ist. Da die Wagen vielfach auf schlechtem Pflaster und ungepflasterten Feldwegen verkehren müssen, werden dieselben meistens mit so hohen Vorderrädern konstruiert, daß der Vorderwagen nicht durchdrehen, die Wagen also in schmalen Straßen und Gängen nicht wenden können. Bei schneller Gangart der Pferde machen die Wagen, namentlich im leeren Zustande, ein ohrenbetäubendes Geräusch; die Fugen des Wagens sind in der Regel nicht dicht genug, um das Ausspillen des Kehrichts vollständig zu verhüten, und endlich pflegen diese Wagen bei der Fahrt in trockener Jahreszeit trotz der Klappen einen Teil des Inhalts zu verstäuben. Kurz die bis jetzt gebräuchlichen Abfuhrwagen entsprechen noch wenig den gesundheitstechnischen Ansprüchen. In richtiger Erkenntnis dieser Sachlage wurde von der Stadt Frankfurt a./M. ein Preisausschreiben für den besten Abfuhrwagen erlassen, welches aber leider nur einen negativen Erfolg hatte. Eine in mancher Beziehung verbesserte Konstruktion zeigt der, in Abbildung 13 (siehe S. 200) dargestellte, in Stuttgart eingeführte

Abfuhrwagen. Ein in allen Beziehungen praktischer Abfuhrwagen müßte ungefähr folgende, teilweise einander widersprechende Bedingungen erfüllen: Großes Fassungsvermögen und tiefe, die Beladung erleichternde Lage des vollständig dichten, aus Metall herzustellenden Kastens; nicht zu kleine Räder auch am Vorderwagen; trotzdem Durchdrehung des Vorderwagens; Federauflagerung zur Milderung des Geräusches, Abdeckung mit dichtschließenden, aber bequem zu handhabenden Klappen,



Fig. 12. Hausunratwagen.

und endlich bequeme Entladungsfähigkeit. Ein Wagen nach diesen Vorschriften würde mehr den in Berlin und Hamburg gebräuchlichen eisernen Straßenkehrichtwagen ähneln als den jetzt gebräuchlichen Hausunratwagen.

Vermeidung des Stäubens beim Aufladen.

In letzter Zeit sind vielfache Vorschläge gemacht, um das Stäuben beim Aufladen der Hausabfälle zu vermeiden; die vorgeschlagenen Konstruktionen z. B. von Lebach und Goldstein nehmen jedoch nicht genügend Rücksicht auf die Schwierigkeiten der Praxis, als: mannigfachste Form der Gefäße, Festsetzen resp. Festfrieren des oft feuchten Inhalts u. s. w.

Abfuhr in auswechselbaren Gefässen.

Mehrfach ist empfohlen die Abfuhr der Hausabfälle ähnlich auszubilden, wie die Fäkalienabfuhr bei dem Kübelsystem, sodaß die vollen Gefäße mitgenommen, aber sofort durch leere ersetzt werden, um so das Ausschütten auf der Straße oder auf den Grundstücken zu vermeiden. Vom hygienischen Standpunkt ist dies Verfahren gewiß nur zu empfehlen, dasselbe verteuert aber die Abfuhr durch das mitgeführte tote Gewicht resp. den nicht immer voll ausgenutzten Raum derartig, daß eine Einführung des Systems auf finanzielle Schwierigkeiten stoßen wird.

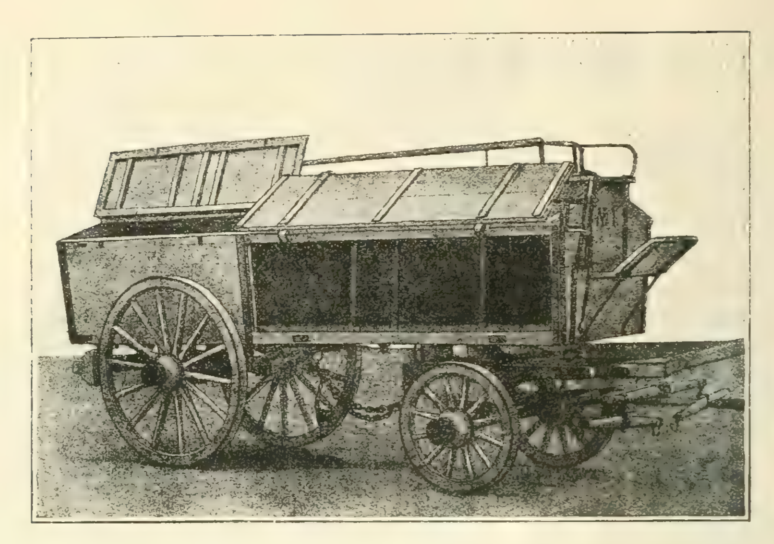


Fig. 13.

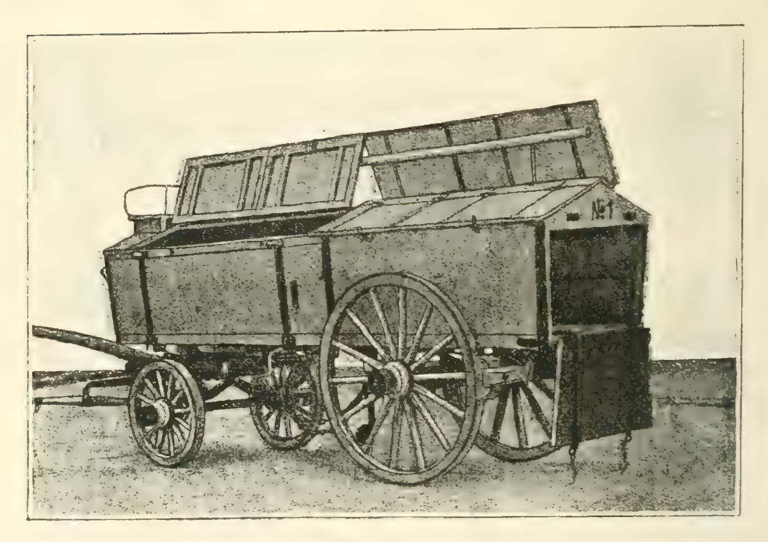


Fig. 13 a.

Stuttgarter Abfuhrwagen.

Zur Vermeidung der vorstehend genannten Schwierigkeiten wurde daher an Stelle der Gefäße ein Sack aus Asbest in Vorschlag gebracht, und sollen in Berlin hiermit größere Versuche auf Kosten der Stadt gemacht werden. Abgesehen davon, daß ein Sack nicht genügend dicht ist, um Staub und Geruch, welche sich aus den Abfällen entwickeln, zurückzuhalten, setzt derselbe eine Trennung der Scherben etc. von den übrigen Abfällen voraus, damit die Säcke nicht zerschnitten werden. Diese Trennung läßt sich aber in der Praxis nicht durchführen, sodaß man auch von diesem Vorschlage keine definitive Lösung erwarten kann.

Die Menge des Hauskehrichts

ist natürlich verschieden je nach den örtlichen Gewohnheiten, dem gebräuchlichen Heizmaterial etc. Die Angaben schwanken zwischen 0,5 und 1,0 l pro Tag und Kopf der Bevölkerung. Das specifische Gewicht schwankt ebenso zwischen 0,65 und 0,85, sodaß man im Mittel etwa 0,75 l oder ca. 0,5 kg pro Tag und Kopf der Bevölkerung rechnen kann.

Die Zusammensetzung der Hausabfälle

ist ebenso von örtlichen Verhältnissen, von den mehr oder weniger scharfen Bestimmungen über den Verbleib der menschlichen und tierischen Auswurfstoffe und der gewerblichen Abfälle abhängig. Die nachstehenden Angaben über die Zusammensetzung der Hausabfälle haben demnach nur einen bedingungsweisen Wert.

Nach Petermann (Gembloux) und Richard (Bruxelles) sind enthalten in 1000 Gewichtsteilen Hausabfälle verschiedener Herkunft, denen vorher 130 Teile Wasser auf 1000 Teile Hausabfälle durch Trocknung entzogen wurden:

Organische Stoffe:	
Stickstoff	3,92
Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff	266,08
	270,00
Anorganische Stoffe:	
Phosphorsäure	4,26
Kali	0,74
Sand	670,00
Salze von Eisen, Kalk, Thonerde	55,00
	730,00
Zusammen	1000,00

Dagegen ergaben sich für den Müll vom städtischen Ablagerplatz in Brüssel folgende Zahlen aus 1000 Gewichtsteilen trockener Substanz:

Organische Stoffe:	
Stickstoff	4,090
Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff	234,710
	238,800
Anorganische Stoffe:	
Phosphorsäure	6,283
Kali	3,220
Sand	668,870
Salze von Eisen, Kalk, Thonerde	82,827
	761,200
Zusammen	1000,000

Nach Mr. G. Weston sind in 1000 Gewichtsteilen der Abfälle in London-Paddington folgende Bestandteile:

Asche	526
Cinders	288
Animalische und vegetabilische Abfälle	142
Zerbrochenes Steingut	29
Kohlen	$1\frac{1}{2}$
Knochen	$2\frac{1}{2}$
Lumpen	$4\frac{1}{4}$
Altes Eisen	$3\frac{1}{2}$
Andere Metalle	$\frac{1}{4}$
Weifses Glas	$\frac{3}{4}$
Farbiges Glas	$2\frac{1}{4}$
	1000

Nach Mr. Henry Whiley sind dagegen in Manchester, wo zur Zeit noch das Kübelsystem mit Aschestreuklosetts zur Sammlung der Fäkalien gebräuchlich ist, in 1000 Gewichtsteilen Abfälle folgende Bestandteile:

Asche und Fäkalien gemischt	645
Staub und Cinder	$345\frac{1}{2}$
Fischabfälle und Knochen	$1\frac{1}{2}$
Tote Tiere	$\frac{1}{2}$
Schuhe, Lumpen, Papier etc.	$\frac{1}{2}$
Pflanzenreste	$\frac{1}{2}$
Glas und Steinwaren	6
Altes Metall	$\frac{1}{2}$
	1000

Beseitigung der Hausabfälle.

A. Verwertung durch die Landwirtschaft.

Die Hausabfälle bildeten früher ein beliebtes Dungmittel des Landmanns, und die Abfuhrübernehmer bezahlten oft eine nicht unerhebliche Summe an die Stadtgemeinde für das Recht, die Abfälle abholen zu dürfen, denn der Hausunrat enthielt vielfach einen Teil der Fäkalien. So bezahlte der Uebernehmer z. B. in Hamburg im Jahre 1855 noch M. 18000 an die Stadt. Durch Einführung der Schwemmkanalisation sowie Verbesserung und strengere Handhabung der sonstigen Abfuhrsysteme sind dem Hausunrat die dungwertigsten Stoffe genommen. Die Ausbreitung der Abfälle über den Acker, sowie die Aussammlung der mannigfachen in dem Unrat enthaltenen, die Bearbeitung des Bodens erschwerenden Fremdstoffe, als Scherben, Eisenteile etc., verursachen dem Landmanne bei den in der Nähe großer Städte stark wachsenden Arbeitslöhnen große Kosten, wodurch der Landmann dahin geführt ist, den jetzt leichter und billiger zu erreichenden und bequemer über den Acker zu verteilenden künstlichen Dünger zu bevorzugen. Da gleichzeitig durch die zunehmende Ausdehnung der Städte auch die Transportweite bis zur Verwendungsstelle der Abfälle immer größer wird, hat sich die Zubuße des Abfuhrübernehmers allmählich in eine sehr bedeutende Forderung umgewandelt, und alle Gemeindeverwaltungen sehen mit Sorge das stetige Wachsen der für diese Abfuhr aufzuwendenden Summe. In Hamburg kostet z. B. die Abfuhr des Hausunrats zur Zeit M. 270000 pro Jahr.

Bei allen von den Vertretern der Landwirtschaft aufgestellten Berechnungen über den Dungwert der Abfuhrstoffe pflegt der Wert der

nutzbaren Stoffe mit dem Marktpreis in Rechnung gestellt zu werden, ohne dabei zu berücksichtigen, daß diese Stoffe nicht rein gewonnen werden, sondern nur in Verbindung mit großen Mengen tauber Materialien, als Wasser, Sand und Asche, welche mit transportiert werden müssen und deren unnützer Transport den Wert der wirklich nutzbaren Stoffe bald verzehrt. So lange der Großstädter keine billigere unschädliche Beseitigung der Abfälle hat, wird derselbe die Transportkosten auf das Land decken müssen, sobald aber eine billigere Methode gefunden ist, welche den weiten Transport unnötig macht, wie dies in dem in England eingeführten Verbrennungsverfahren für Großstädte faktisch der Fall ist, würde der weitere Transport der Stoffe zu dem angeblichen Zweck der Erhaltung der Dungstoffe gleichbedeutend mit einer Besteuerung des Städters zu Gunsten des Landmanns sein, und es wäre dann richtiger, dem Landmanne diese Zubuße in Form des leichter transportierbaren konzentrierten künstlichen Düngers zu übermitteln. Erst wenn nachgewiesen werden könnte, daß künstliche Dungstoffe nicht mehr in genügender Menge erreichbar sind, würde das von den Vertretern der Landwirte mit Vorliebe angeführte volkswirtschaftliche Moment zur Geltung kommen.

Aufhöhung von Plätzen.

Dem Abfuhrübernehmer wird diese Abhängigkeit zwischen dem Wert der Stoffe und den Tansportkosten bald klar, und da der Landwirt außerdem die in der Stadt regelmäßig produzierten und regelmäßig abzuführenden Stoffe nur zur Zeit der Landbestellung gebrauchen kann, wird der Uebernehmer dahin geführt, die gewonnenen Stoffe innerhalb der Stadt oder, falls ihm dies untersagt ist, unmittelbar an der Grenze der Stadt zur Aufhöhung von Plätzen zu verwenden. Vor dieser gesundheitsschädlichen Anhäufung der Abfuhrstoffe in unmittelbarer Nähe der menschlichen Wohnungen, vielleicht gar im Ueberschwemmungsgebiet der Flußläufe oder auf Plätzen, welche in absehbarer Zeit in den Bereich der städtischen Bebauung gezogen werden, wird seitens der ärztlichen Autoritäten neuerdings mit Recht gewarnt. Dementsprechend wurde auch schon in der 14. Versammlung des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Frankfurt a. M. am 15. September 1888 bei einer Besprechung über Straßenbefestigung und Straßenreinigung über diesen Gegenstand eine Reihe von Thesen aufgestellt, in welcher es unter 5d heißt:

„Die Straßen- und Hauskehrichtmassen sind möglichst rasch zu Dung oder gewerblichen Zwecken zu verwenden oder auf andere Weise, nötigenfalls durch Verbrennen, unschädlich zu machen. Die zur vorläufigen Ablagerung dienenden Plätze sollen so beschaffen sein, daß weder bereits vorhandene noch in Zukunft entstehende bebaute Stadtteile (z. B. durch Verunreinigung des Untergrundes) geschädigt werden.“

Will man Plätze mit den Abfällen aufhöhen, so sollte man solche Plätze mindestens für eine Reihe von Jahren von der städtischen Bebauung ausschließen und durch Bepflanzung mit tiefwurzelnden Bäumen auch hier die Mineralisierung zu fördern suchen.

Mischung mit anderen Dungstoffen.

Um den zunehmenden Schwierigkeiten bei der Beseitigung der Hausabfälle zu begegnen, mischt man in vielen Städten, in denen noch

eine Abfuhr der Fäkalien stattfindet, diese Fäkalien und sonstigen Dungstoffe, als Schlachthausabfälle, Fischabfälle etc. mit dem Hausunrat, um so den Dungwert zu verbessern und die Nachfrage zu steigern. Trotzdem kommt der Absatz zu gewissen Zeiten, namentlich während des Winters, ins Stocken. Dann hilft man sich damit, zu solchen Zeiten sogenannte Mieten oder Komposthaufen anzulegen, deren Inhalt erst im Frühjahr zur Verwendung kommt. Vom gesundheitlichen Standpunkt ist dieses Verfahren, bei welchem die angesammelten, inzwischen in Fäulnis übergegangenen Stoffe während der wärmeren Jahreszeit nochmals durchgearbeitet und transportiert werden müssen, gewiß nicht empfehlenswert, abgesehen davon, daß eine Verunreinigung des Untergrundes unter dem Sammelplatz unausbleiblich ist.

Sortierverfahren.

In anderen Städten, besonders in England, hat man den Versuch gemacht, durch ein Sortierverfahren die Beseitigung des Hausunrats zu erleichtern resp. eine Verwertung desselben zu erzielen. So wurden z. B. in Glasgow Metallteile, Papier, Lumpen, Knochen, Glas, Kohlenreste u. s. w. aussortiert, um einzeln wieder verwertet zu werden. Der verbleibende Rest wurde dann, mit den Fäkalien gemischt, an den Landmann als Dung abgegeben. Es stellte sich jedoch sehr bald heraus, daß die Sortierungskosten den Wert der gewonnenen Stoffe weit überstiegen, und wurde deshalb dieses Verfahren bald wieder eingestellt. Dieses gesundheitsschädliche und unappetitliche Verfahren ist in Glaser's Annalen 1888 (219) recht drastisch geschildert, und wer sich dafür interessiert, kann dasselbe noch heute auf Letts-Wharf, dem Kehrichtwerk von London City, sehen. Nach Röchling hat aber auch auf Letts-Wharf die letzte Stunde für das Sortierverfahren geschlagen.

An Stelle dieses detaillierten Sortierungsverfahrens trat dann später ein summarisches Sortierungsverfahren auf mechanischem Wege, wie solches wohl in ausgiebigster Weise in Manchester gebräuchlich ist. Dort wandert der Hausabfall in große Siebtrommeln, welche alle feineren Teile durchfallen lassen, die gröberen Teile aber auf ein Transportband leiten, von welchem solche Gegenstände, welche die Verbrennung stören würden, flüchtig abgesammelt werden, während der Rest einem Verbrennungsofen zugeführt wird. Die durch das Sieb gefallenen feineren Teile werden dann in einem zweiter Siebe nochmals getrennt, sodaß die ganz feinen Teile, welche vorherrschend aus Sand und Asche bestehen, durchfallen und die etwas gröberen, welche meistens aus unverbrannten Kohlenresten bestehen, zurückgehalten werden. Mit diesen Kohlenresten werden nun die das Werk treibenden Dampfkessel ausschließlich geheizt. Die gleichzeitig in dies Werk gelieferten Fäkalkübel, von denen Manchester noch circa 60000 besitzt, werden in große Tanks entleert, dort desinfiziert und von dem Urin getrennt. Während die Faeces nun in großen Trockenmaschinen zu trockener Poudrette verarbeitet werden, wird der Urin mit dem feinsten Siebgut des Hausunrats vermischt und als Dünger abgegeben.

Mit diesem kombinierten Verfahren soll man in Manchester, unterstützt durch die bequeme Eisenbahnverbindung des Werkes und das vorzügliche englische Kanalsystem, welches einen billigen Transport auf weite Entfernungen ermöglicht, ganz gute pekuniäre Erfolge erzielt

haben. Daß das ganze System, welches Kübelaborte voraussetzt, in gesundheitlicher Beziehung gleichfalls nicht empfehlenswert ist, braucht wohl nicht weiter ausgeführt zu werden. Neuerdings hat man dies auch in Manchester erkannt, man geht dort jetzt zur Schwemmkanalisation über und beginnt damit, den Hauskehricht ungetrennt dem Kehrichtofen zu überweisen.

B. Versenkung ins Meer.

In englischen und amerikanischen Küstenstädten wird der Unrat auch wohl durch Versenkung ins Meer beseitigt und so eine Bedüngung der Fischereigründe erzielt. Doch auch dieses Verfahren wird keine große Verbreitung finden können wegen der mit größerer Entfernung steigenden Kosten und der durch Eis und Sturm möglichen Unterbrechung der Abfuhr. In Liverpool, wo das Verfahren gebräuchlich ist, ist man mit demselben nicht mehr zufrieden, weil der Wind häufig die Schwimmstoffe an das Ufer zurücktreibt. Man hat deshalb dort neuerdings damit begonnen, das Verbrennungsverfahren an dessen Stelle zu setzen.

C. Verbrennung.

Aus der vorstehend erwähnten Verbrennung der abgesiebten gröberen und dem Landmann lästigen Teile der Hausabfälle hat sich allmählich das in England stark eingeführte und immer mehr durchgebildete Verfahren der Verbrennung des gesamten Hausunrats entwickelt. Diese Zerstörung der Abfälle durch Feuer ist unzweifelhaft das sicherste und deshalb vom gesundheitstechnischen Standpunkte das empfehlenswerteste Mittel zur Unschädlichmachung desselben. Bei den mit zunehmendem Wachstum der modernen Großstädte sich enorm steigernden Schwierigkeiten der Beseitigung der Abfälle wird das Verfahren für diese Städte mit der Zeit auch unzweifelhaft das billigste Mittel werden. Es dürfte deshalb gerechtfertigt sein auf die in England zur Zeit zu diesem Zweck gebräuchlichen Konstruktionen etwas näher einzugehen.

Fryers Refuse Destructor. Die erste Ofenkonstruktion, welche nach mehrfachen anderseitigen Versuchen die Aufgabe der Verbrennung der Hausabfälle ohne Belästigung der Umgebung erfüllte, war diejenige der Firma Manlove, Alliott, Fryer & Co. in Nottingham, welche von der Firma als Fryer's Refuse Destructor bezeichnet wurde. In den Zeichnungen 14, 15, 16 (siehe S. 206 und 207) ist die gebräuchliche Gesamtanordnung einer solchen Ofenanlage und zwar derjenigen von London-Battersea, welche auch bei allen späteren Systemen ziemlich unverändert beibehalten ist, dargestellt, während die Zeichnungen 17, 18, 19 (siehe S. 208 und 209) die näheren Details der eigentlichen Ofenzellen erkennen lassen. Diese Ofenzellen werden meistens in Doppelreihen so angelegt, daß je 2 derselben Rücken an Rücken liegen und den gemeinsamen Rauchkanal einschließen. Die Abfälle werden auf einer Rampe mit den in England gebräuchlichen zweirädrigen Karren oder mit vierrädrigen, ca. 2 cbm haltenden Kippwagen auf ein Plateau oberhalb der Oefen gefahren und dort auf die obere Ofenfläche abgekippt. Alsdann werden die Stoffe nach Ausscheidung einzelner grober Metallteile, welche die Funktion der Oefen stören könnten, von oben durch die Einwurföffnung *a* in die Ofenzelle geworfen, trocknen allmählich im hinteren Teil des Ofens und werden

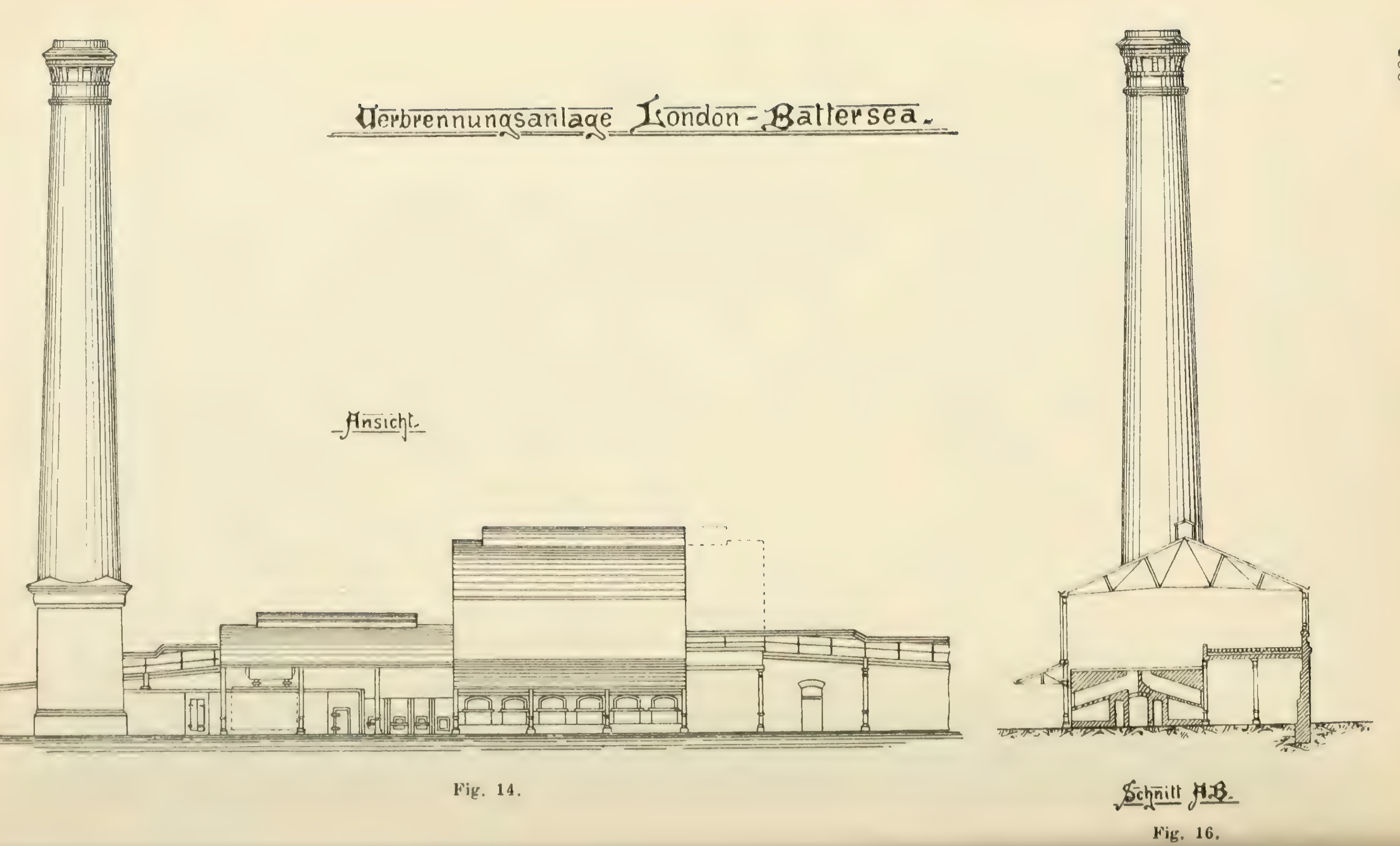


Fig. 14.

Fig. 16.

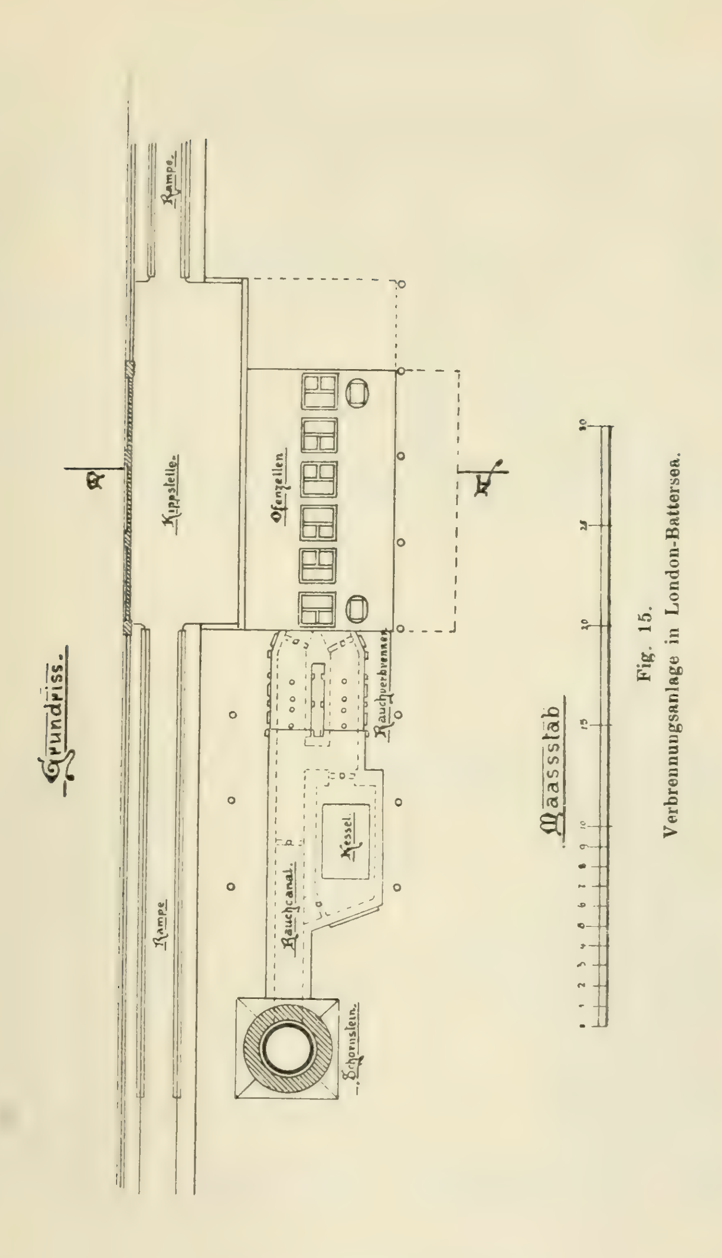


Fig. 15.
Verbrennungsanlage in London-Battersea.

Fryer's Patent „Destructor"

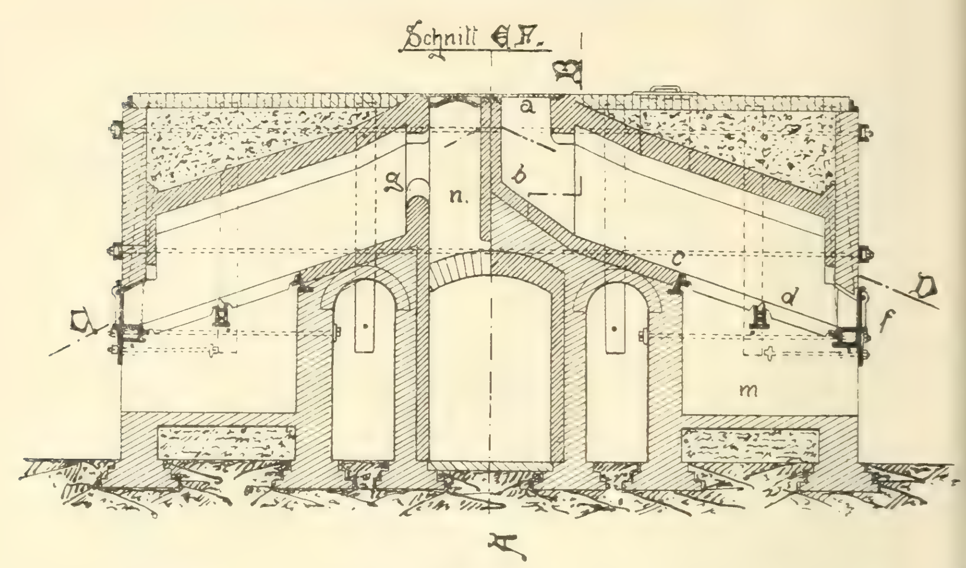


Fig. 17.

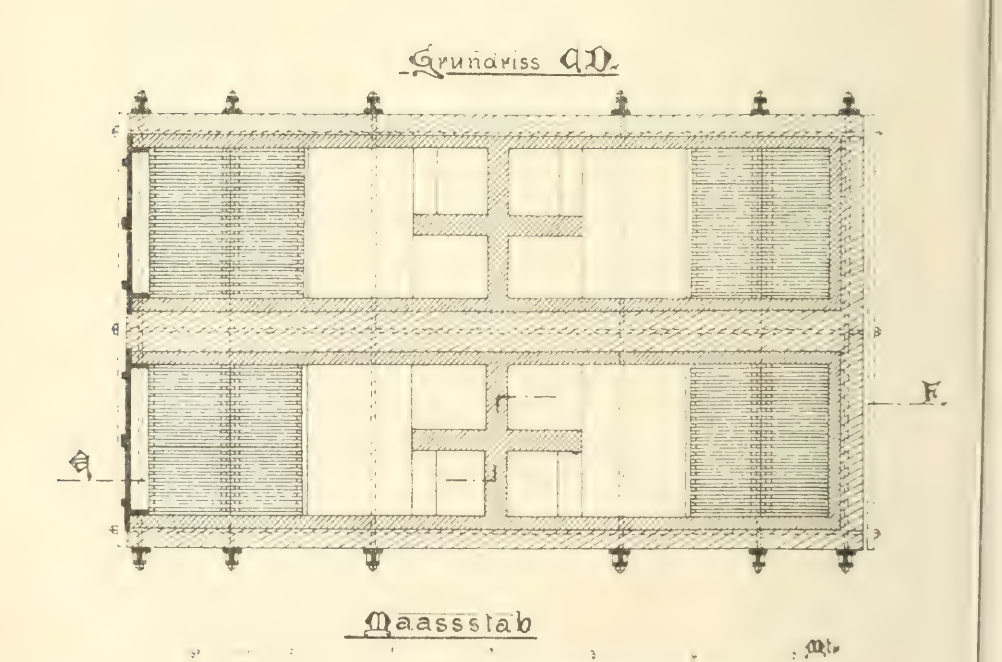


Fig. 18.

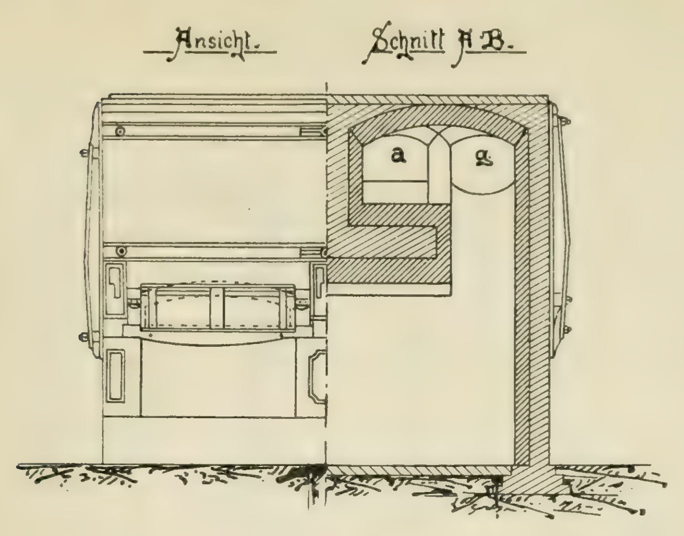


Fig. 19.
Fryer's Patent „Destructor".

dann vom vorderen Arbeitsgang aus durch die Thür f nach Bedarf über das eigentliche Feuer auf dem Roste gerückt. Die Abfälle brennen ohne Zusatz von Feuerungsmaterial weiter, die Asche fällt durch den Rost in den unter demselben befindlichen Aschenkasten, die Rauchgase ziehen durch den Kanal n dicht neben der Einwurfsöffnung nach dem gemeinschaftlichen Rauchkanal, in welchen ein Röhrenkessel eingebaut ist, der zur Erzeugung des Dampfes für die Betriebsmaschine dient. Oben auf dem Rost sammeln sich die Schlacken, welche von Zeit zu Zeit ($1^1/_2$ bis 2 Stunden) herausgenommen werden müssen. Nach diesem System ist die größte Zahl aller Ofenanlagen gebaut. Trotzdem die Anlagen im allgemeinen gut funktionierten, zeigten sich im Betriebe folgende kleine Mängel: Das Einwerfen der Abfälle ist eine kostspielige und unangenehme Arbeit; durch die Anordnung des Rauchabzugs unmittelbar neben der Einwurföffnung für die Abfälle ist den aus den Abfällen entweichenden Trockengasen die Möglichkeit gegeben, direkt in den Schornstein zu entweichen und Geruchsbelästigung zu verursachen. Während der Ausräumung der Klinker und des Ueberziehens der Abfälle über das Feuer tritt viele kalte Luft in den Ofen, wodurch die Temperatur des Feuers erheblich zurückgeht und ein Qualmen desselben eintritt; endlich ist die Ausräumung der Klinker, welche sich oft an den Roststäben festsetzen, eine ziemlich schwere Arbeit. Um diesen Mängeln abzuhelfen, sind allmählich die verschiedensten Konstruktionen ausgeführt.

Jones Cremator. Die erste Verbesserung der Fryer'schen Oefen wurde von dem Stadtingenieur Mr. Jones in London-Ealing gemacht, indem derselbe in den gemeinschaftlichen Rauchkanal ein besonderes, mit minderwertigen Kohlen oder ausgesiebten Abfällen unterhaltenes Feuer, den in den Zeichnungen 20, 21 und 22 (siehe S. 210 und 211) dargestellten Fume-Cremator einschaltete und nun die Rauchgase zwang, dieses Feuer zu passieren, damit die schädlichen Gase verbrennen. Nebenbei trat durch dieses Feuer auch eine Vermehrung des Zuges und eine lebhaftere Verbrennung in den Oefen ein. Mustergiltige Konstruktionen

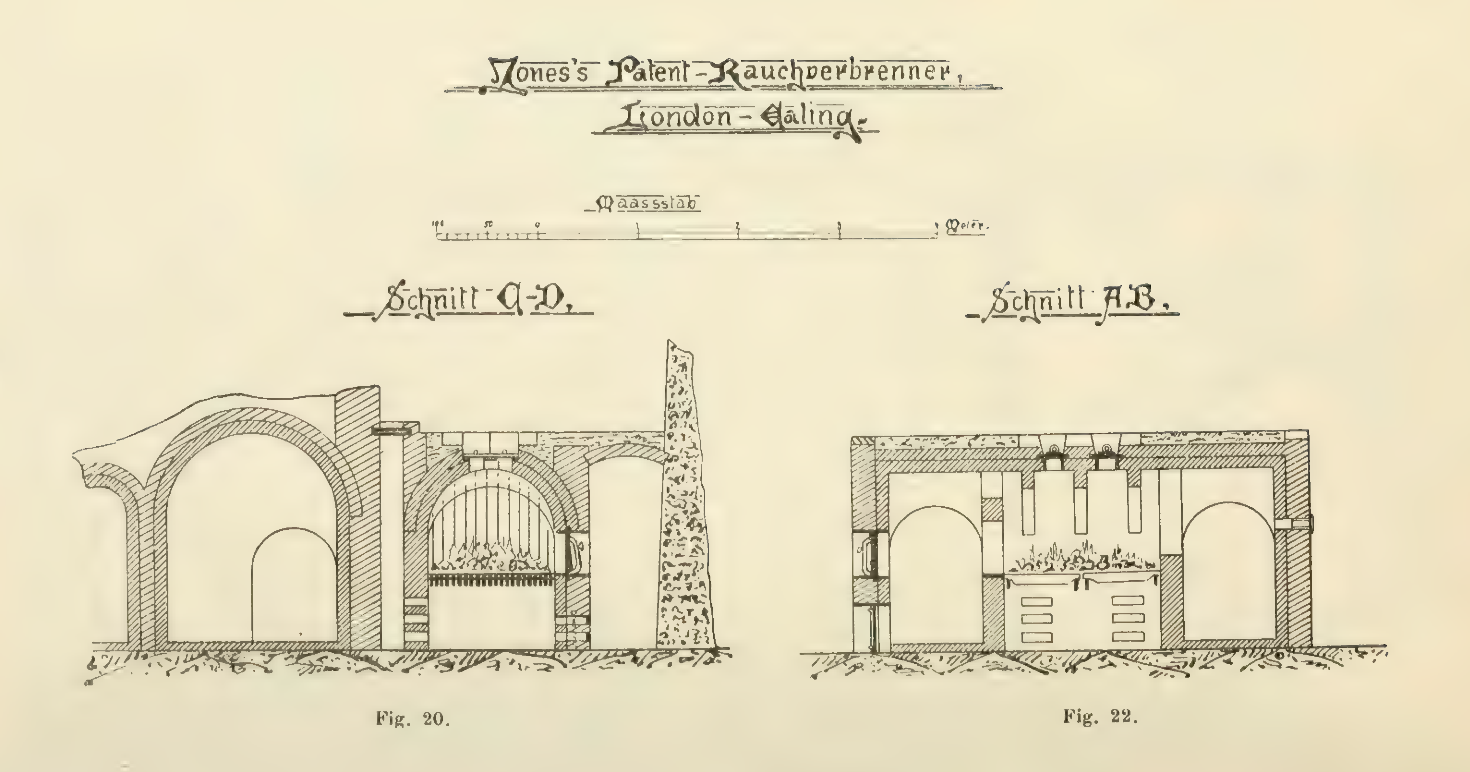

Jones's Patent-Rauchverbrenner,
London-Ealing.
Maassstab
Meter
Schnitt C-D.
Schnitt AB.

Fig. 20.

Fig. 22.

nach Fryer's System mit Jones Cremator befinden sich z. B. in London-Ealing und London-Battersea. Wenngleich neuerdings Ofenkonstruktionen ausgeführt sind, welche des Cremators entbehren können, ja selbst die Bedienung der Oefen solche Fortschritte gemacht hat, daß man allmählich selbst bei den Fryer'schen Anlagen den Cremator wieder kaltstellen und so die nicht unerheblichen Ausgaben für diesen Rauchverbrenner sparen konnte, so ist doch das Verdienst nicht gering anzuschlagen, welches Mr. Jones sich durch die Einschaltung desselben um das ganze Verbrennungsverfahren erworben hat, denn durch den Cremator sind die an einzelnen Stellen entstandenen Rauchbelästigungen der Destructoranlagen beseitigt, und damit gleichzeitig der Widerstand, welcher dem Verbrennungsverfahren zu entstehen drohte, gebrochen worden. Auch sonst ist Mr. Jones als einer der wärmsten Vertheidiger dieses Verfahren in Wort und Schrift aufgetreten und noch jetzt thätig.

Bewegliche Roste. Eine fernere Verbesserung der Fryer-schen Oefen entstand durch die Einführung von Schüttelrosten, welche von Zeit zu Zeit seitens der die Oefen bedienenden Arbeiter mittels Hebel bewegt werden. Hierdurch wird nicht nur eine gleichmäßigere Luftzuführung zu dem Feuer gesichert und damit eine intensivere Verbrennung und größere Wärmeentwickelung erzielt, sondern auch das Festsetzen der Schlacken an den Roststäben vermindert.

Horsfall's Town Refuse Furnace. Eine der bedeutendsten Verbesserungen der englischen Oefen hat unstreitig Mr. W.

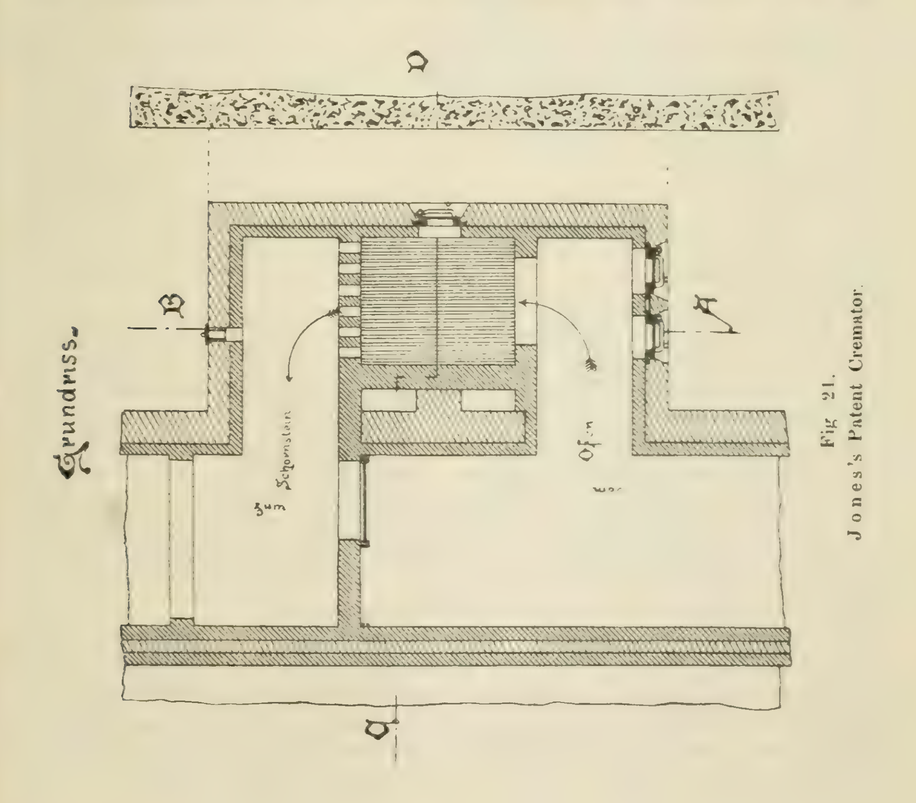


Fig. 21. Jones's Patent Cremator.

Horsfall in Leeds durch die in den Zeichnungen 23, 24 und 25 (siehe S. 213) dargestellte Konstruktion der Ofenzelle erzielt. Dieselbe unterscheidet sich von der Fryer'schen Konstruktion hauptsächlich durch eine veränderte Lage der Rauchkanäle, wodurch der Rauchabzug nicht mehr neben dem Füllschacht, sondern unmittelbar über der heißesten Stelle des Feuers durch Oeffnungen in dem Chamottegewölbe stattfindet. Die Rauch- und Trockengase werden also gezwungen, vor der Entweichung die heißeste Stelle des Feuers zu passieren, mischen sich bei dem Durchgang durch die Oeffnungen des Gewölbes mit einander und mit frischer Luft, entzünden sich gleichzeitig an dem durch die Einwirkung des Feuers glühend heißen Gewölbe und verbrennen in der über dem Feuer liegenden Verbrennungskammer, ehe sie durch eine zweite durchbrochene Chamottemauer in den Rauchkanal entweichen. Durch diese Anordnung ist ein besonderer Cremator überflüssig geworden. Gleichzeitig hat Horsfall den Aschenkasten geschlossen und eine Verstärkung des Zuges durch Einschaltung eines Dampfgebläses herbeigeführt. Die beweglichen Roste hat auch Horsfall beibehalten, dieselben bei einer umgebauten Fryer'schen Anlage in Leeds sogar mechanisch beweglich hergestellt. Infolge dieser Verbesserungen ist nicht nur eine höhere Temperatur, und damit eine größere Sicherheit für die vollständige Vernichtung aller schädlichen Gase erzielt, sondern auch eine größere Leistungsfähigkeit herbeigeführt. Endlich findet infolge der größeren Hitze eine stärkere Sinterung der Klinker und eine Verminderung der Rückstände statt. Eine größere Anlage dieser Konstruktion ist in Oldham bei Manchester in Betrieb und wegen der dort erzielten lebhaften Verbrennung sehenswert. Die Zeichnung Fig. 26 (siehe S. 214) zeigt die dort zur Zeit in Benutzung befindliche Ofenkonstruktion nach Beendigung eines Umbaues, welcher erforderlich geworden, weil die stark erhitzten Gewölbe durch die vordem unmittelbar über den Oefen verkehrenden Kehrichtfuhrwerke zerstört worden sind. Die Horsfall-sche Konstruktion wird jetzt mit einigen Aenderungen von der Horsfall Refuse Furnace Co. Lim. in Leeds nach der in der Zeichnung 27 (siehe S. 214) dargestellten Konstruktion ausgeboten und dabei pro Tag und Zelle eine Leistung von 8 t und eine Hitzentwickelung genügend zur Dampfentwickelung für 20 ind. Pferdekräfte garantiert. Die Temperatur in den Oefen soll ca. 800° betragen.

Warner's Perfectus Destructor. Eine Ofenkonstruktion, welche im allgemeinen als eine Kombination der Fryer'schen und Horsfall'schen Konstruktion zu bezeichnen ist, stellt Fig. 28 (siehe S. 215) dar; dieselbe rührt von Mr. Warner her und wird von demselben als Perfectus Destructor bezeichnet. Eine Anlage nach diesem System ist in London-Hornsey von der Firma Goddard, Massey & Warner in Nottingham ausgeführt und funktioniert zufriedenstellend. Besonders neu sind an dieser Konstruktion die Vorkehrungen, um die Rauchkanäle der einzelnen Zellen während der Klinkerung leicht abschließen zu können und so das Eindringen der kalten Luft zu vermeiden, ferner die Klappverschlüsse (Hopper) an den Füllöffnungen.

Whiley's Destructor. Mr. Henry Whiley, städtischer Ingenieur in Manchester, hat sich ebenfalls durch viele Versuche, und zwar schon vor Fryer, um das Verbrennungsverfahren verdient gemacht. Derselbe ist allmählich zu der in den Fig. 29 und 30 (siehe S. 216) dargestellten, von allen Systemen erheblich abweichenden Konstruktion der Ofenzelle gekommen. In der neuen Verbrennungsanlage Manchesters von

Horsfall's Ofen.

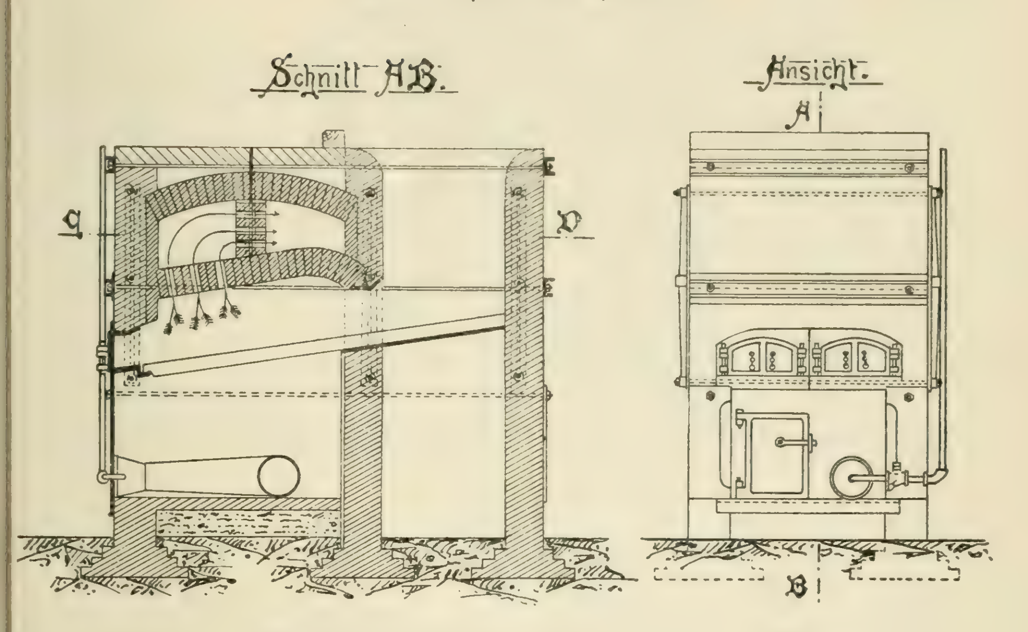
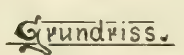


Fig. 23. Fig. 24.



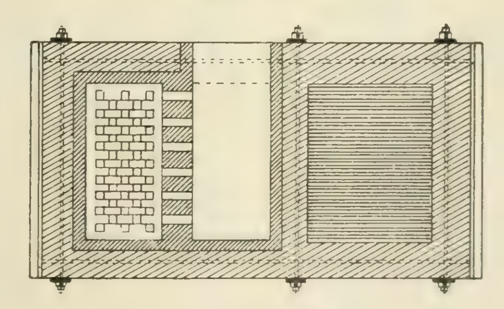


Fig. 25.



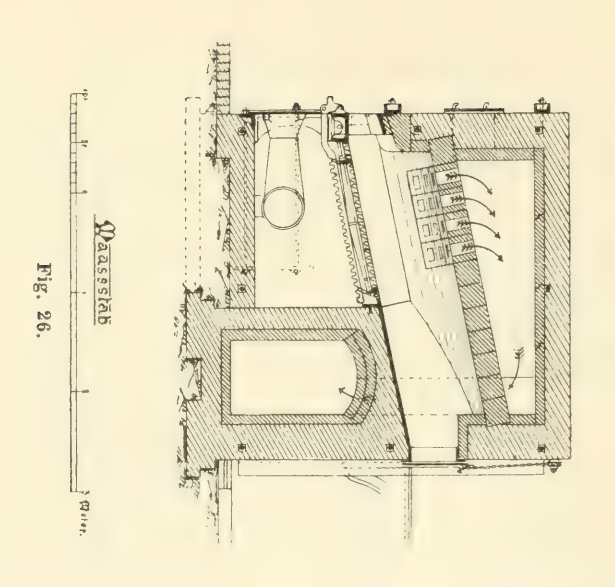


Fig. 26.

Horsfall's Patent Refuse Furnace.

Maasstab

Meter.

Fig. 27.

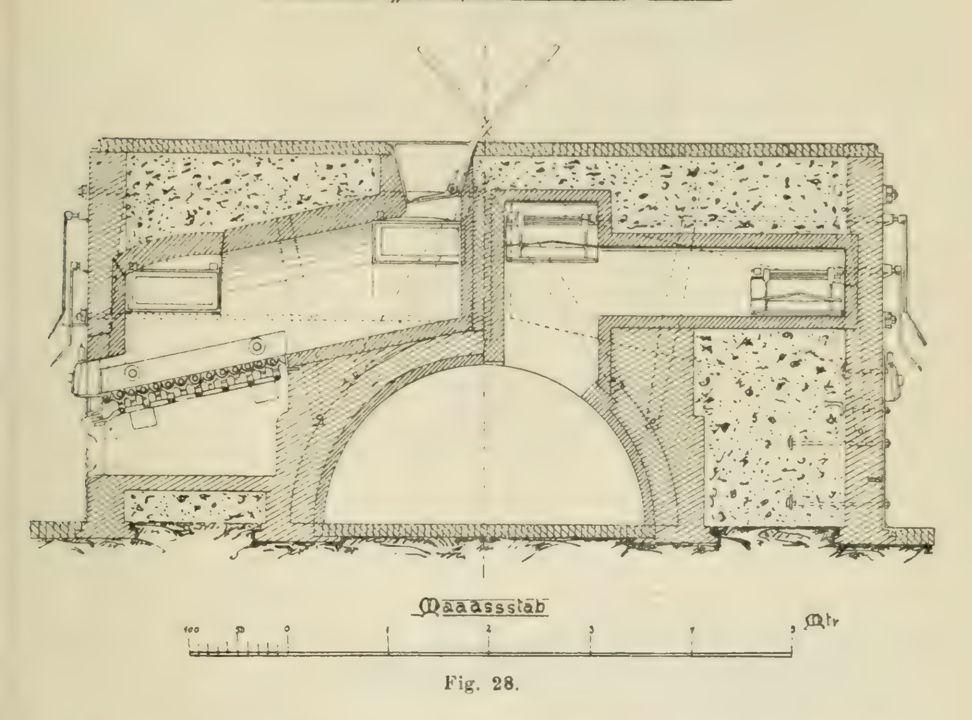
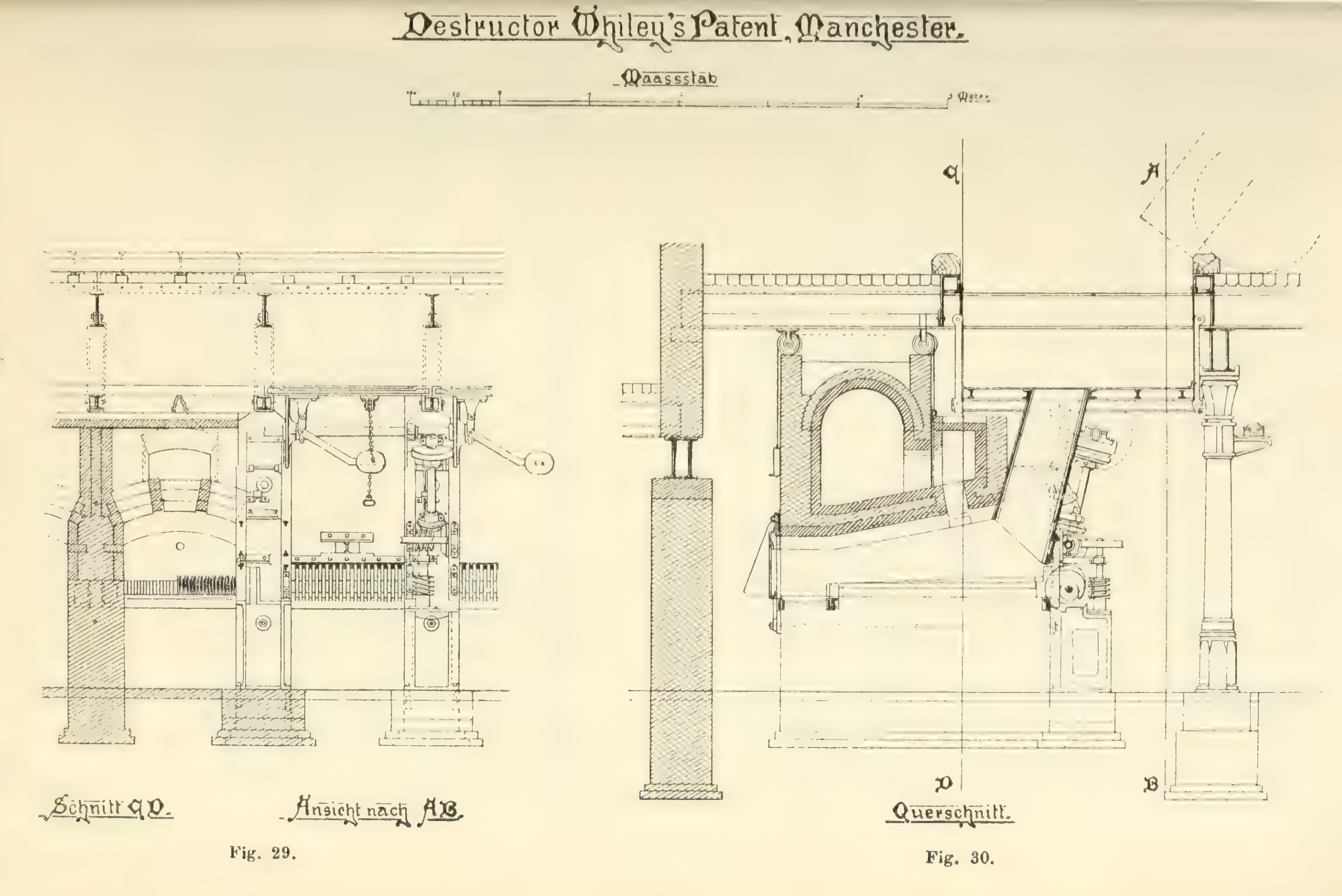


Fig. 28.

12 Zellen in Newton Heath arbeiten diese Oefen mit gutem Erfolg und in dem älteren Depot Water Street werden zu den daselbst vorhandenen 15 älteren Cellen jetzt 20 Zellen nach W h i l e y 's System errichtet. Diese Oefen besitzen einen mechanisch beweglichen Rost, welcher nicht nur die bei dem Schüttelrost erzielten Vorteile ohne Handarbeit erzielt, sondern gleichzeitig ein langsames Fortbewegen der Abfälle nach der heißesten Stelle des Feuers und damit eine bedeutende Ersparung an Arbeitskraft für die Bedienung der Oefen bewirkt. An Stelle des Dampfgebläses verwendet W h i l e y, angeblich vorteilhafter, ein R o o t 'sches Gebläse.

F ü l l a p p a r a t i n L i v e r p o o l. Um sowohl die unangenehme Arbeit beim Einfüllen der Stoffe in den Ofen wie die hierfür erforderliche Arbeitskraft selbst zu ersparen, ist von B o u l n o i & B r a u b e e in Liverpool bei der dortigen Verbrennungsanstalt ein in den Abbildungen 31 und 32 (siehe S. 218 und 219) mit den Ofenzellen dargestellter Füllapparat konstruiert, bestehend aus einem eisernen, mit Rädern auf Schienen über den Füllöffnungen des Ofens laufenden Kasten mit mehreren Zwischenwänden, durch welche der Kasten in Abteilungen zerlegt wird, deren Inhalt der zur einmaligen Füllung der Zelle erforderlichen Masse von Abfällen entspricht. Dieser Kasten wird direkt aus den Abfuhrwagen gefüllt, verwahrt die Abfälle in geordneter Form bis zur Zerstörung, wird dann über die betreffende Ofenzelle gefahren und fördert mit einem Male die Abfälle einer Abteilung in die Füllöffnung des Ofens, ohne der kalten Luft längere Zeit den schädlichen Eintritt zum Ofen zu gestatten. Diese Konstruktion ist versuchsweise an 2 Zellen der vorhandenen Anlage von



Destructor Whiley's Patent, Manchester.
Maassstab
Meter
C
A
D
B
Schnitt C D.
Ansicht nach A B.
Querschnitt.

Fig. 29.

Fig. 30.

12 Zellen ausgeführt und wird bei den zur Zeit im Bau befindlichen weiteren 12 Zellen ebenfalls angewendet.

Verbrennungsofen in Brüssel. Endlich ist noch eine Ofenkonstruktion zu nennen, welche der Direktor der Straßenreinigung in Brüssel, Smeyers, bei einer daselbst seit 1892 in Betrieb befindlichen Versuchsanlage von 2 Zellen zur Verbrennung der Hausabfälle, welche aber demnächst zu einer größeren definitiven Anstalt von 12 Zellen ausgebaut werden soll, ausgeführt hat. Diese Ofenzelle, welche in den Abbildungen 33 und 34 (siehe S. 220 und 221) und dargestellt ist, ist zunächst etwa doppelt so groß wie die in England gebräuchlichen Zellen, wodurch allerdings, gegenüber dem Vorteil der leichteren Bedienung, der Nachteil entsteht, daß der große Rost nicht gut beweglich hergestellt werden kann. Neu an der Konstruktion ist die Art der Führung der Rauch- und Luftkanäle, wodurch eine Vorwärmung der für die Verbrennung erforderlichen Luft und dadurch wieder eine höhere Temperatur des Feuers erzielt wird.

Anzustrebende Verbesserungen.

Vorstehend geschilderte Abweichungen von der ursprünglichen Konstruktion geben nicht nur einen Beweis für die fortschreitende Entwickelung des Verbrennungsverfahrens, welches jetzt in England in 55 Städten von zusammen 6 863 965 Einw. mit etwa 572 Ofenzellen in Gebrauch ist, sondern zeigen gleichzeitig, in welcher Richtung weitere Verbesserungen zu erstreben sind. Es sind dies:

1) Abgeschlossene Lagerung der, der Verbrennung harrenden Stoffe.
2) Möglichste Ersparung an Arbeitskräften, durch mechanische Füllvorrichtungen und bewegliche Roste.
3) Vermeidung des Eindringens der kalten Luft in den Ofen während der Füllung und Ausräumung der Rückstände.
4) Vermehrung des Zuges durch künstliche Gebläse.
5) Vorwärmung der Verbrennungsluft.
6) Rauchverbrennung durch Bildung von Räumen für die sekundäre Verbrennung mit eventueller nochmaliger Zuführung von vorgewärmter Luft.

Verbrennungsrückstände.

Die im Ofen verbleibenden Rückstände der Verbrennung, also Schlacken und Asche, sind von allen organischen Bestandteilen frei und können deshalb unbedenklich als Aufhöhungsmaterial benutzt werden. Man hat jedoch gelernt, diese Rückstände als Baumaterial zu verwerten und so die Verbrennung billiger zu gestalten. Die Verwertung der Abfälle ist wohl am besten in London-Battersea entwickelt; dort werden die Schlacken von einem Steinbrecher gebrochen und dann in Materialien verschiedener Korngröße gesiebt. Dieser Schlackengrus wird dann entweder mit Cement zu Beton und Cementplatten für Fußwege oder mit heißem Teer zu Teerkonkret für Wegebauzwecke verarbeitet. Die feinen Schlacken und ein Teil der Asche wird mit Kalk auf einem Kollergange zu Mörtel gemahlen, welcher gute hydraulische Eigenschaften besitzt. Der Rest der Asche wird als Straßenbettung, Deckenfüllung etc. verwandt. Angeblich findet dort die gesamte Rückstandsmenge im Interesse der Gemeinde Verwendung. Aehnlich wird auch in anderen Städten mit den Rückständen verfahren, nur ist dort die Verwendung zum Mörtel vorherrschend. Eins der

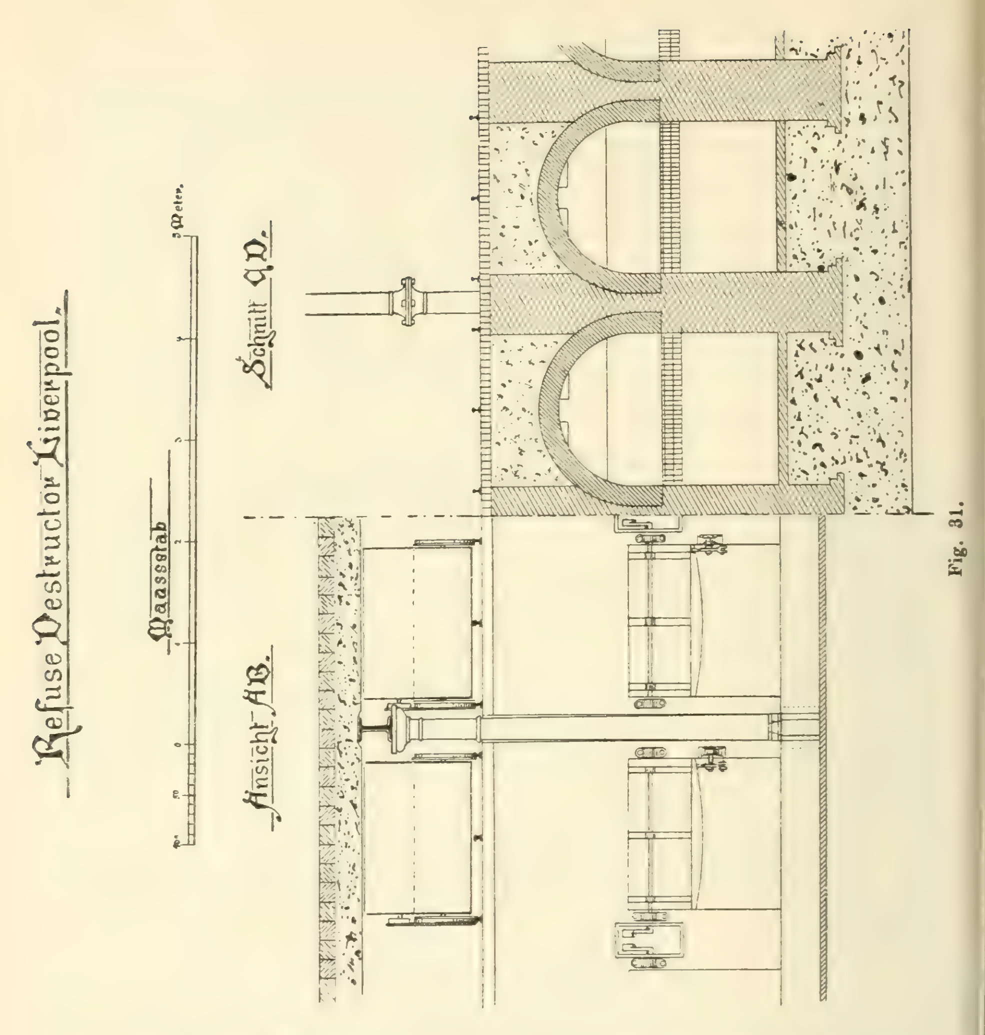


Fig. 31.

wertvollsten Nebenprodukte ist die in den Oefen erzeugte Hitze, welche, in passender Weise nutzbar gemacht, geeignet ist, die Kosten der Verbrennung erheblich zu vermindern.

Lage der Verbrennungsanstalten.

Nach den Erfahrungen in England bringen die Verbrennungsanstalten nach den jetzigen verbesserten Systemen für die Nachbarschaft keinerlei Uebelstände mit sich, sodaß dieselben zur möglichsten Ersparung der Transportkosten unbedenklich innerhalb bebauter Stadtviertel angelegt werden können. Die Temperatur von 700—1000°, welche in den neueren Ofenkonstruktionen erzielt wird, ist so hoch, daß bei derselben alle schädlichen Gase zerstört werden müssen. In Leicester hat man sich nicht gescheut, eine solche Anstalt in unmittelbarer Nähe einer städtischen Schule anzulegen, und soll dies zu keinen Klagen Veranlassung geben.

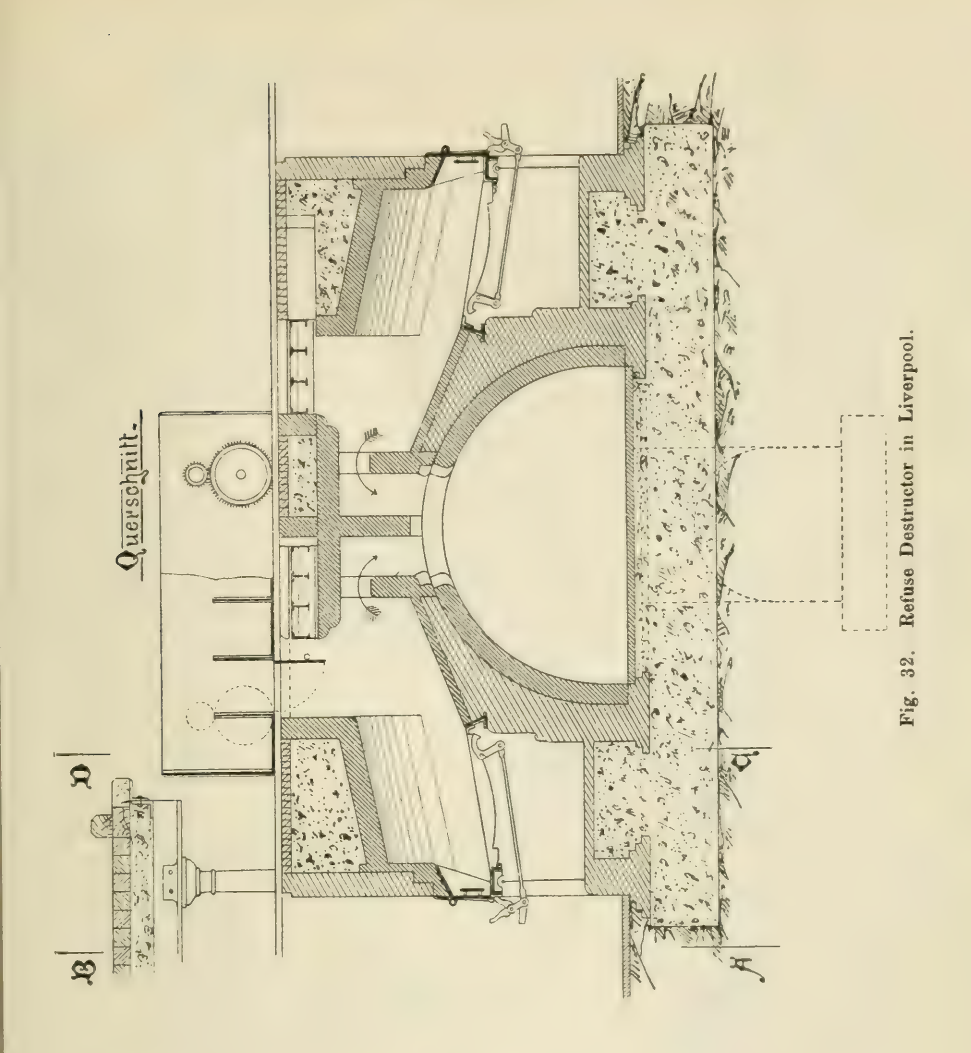


Fig. 32. Refuse Destructor in Liverpool.

Kosten.

Mit den Verbrennungsanstalten müssen verschiedene Nebenanlagen hergestellt werden, welche für Anlagen mit nur wenigen Zellen fast ebenso viele Unkosten verursachen wie für eine größere Zahl von Zellen, so z. B. Schornstein, Kesselanlage, Maschinenhaus, Wage etc. Es ist deshalb nicht zu bewundern, daß die Kosten der Herstellung einer einzelnen Zelle so sehr verschieden angegeben werden. Ebenso verschieden sind auch die Angaben über die Betriebskosten. Man kann für mittelgroße Anlagen, das heißt solche von ca. 12 Zellen, annehmen, daß die Baukosten ca. 12 000 M. pro Zelle mit Zubehör betragen, während die Verbrennungskosten unter der Annahme einer kostenlosen Verwertung der Rückstände inkl. Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals zu ca. 0,80 bis 1,00 M. pr. t. Abfälle anzunehmen sind, wovon ca. 0,50 M. auf Arbeitslöhne entfallen.

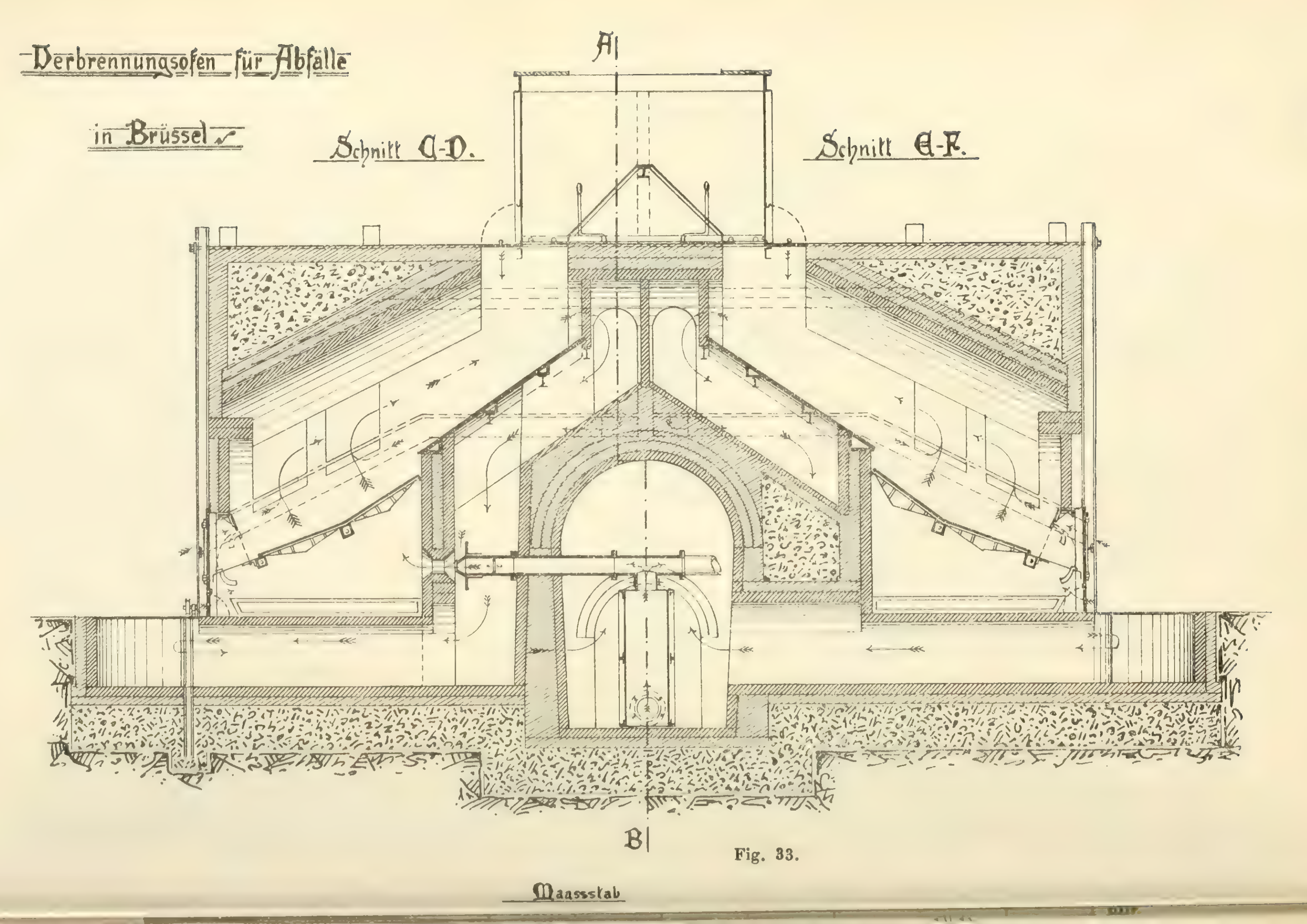

Verbrennungsofen für Abfälle
in Brüssel
Schnitt C-D.
Schnitt E-F.
A
B
Maasstab

Fig. 33.

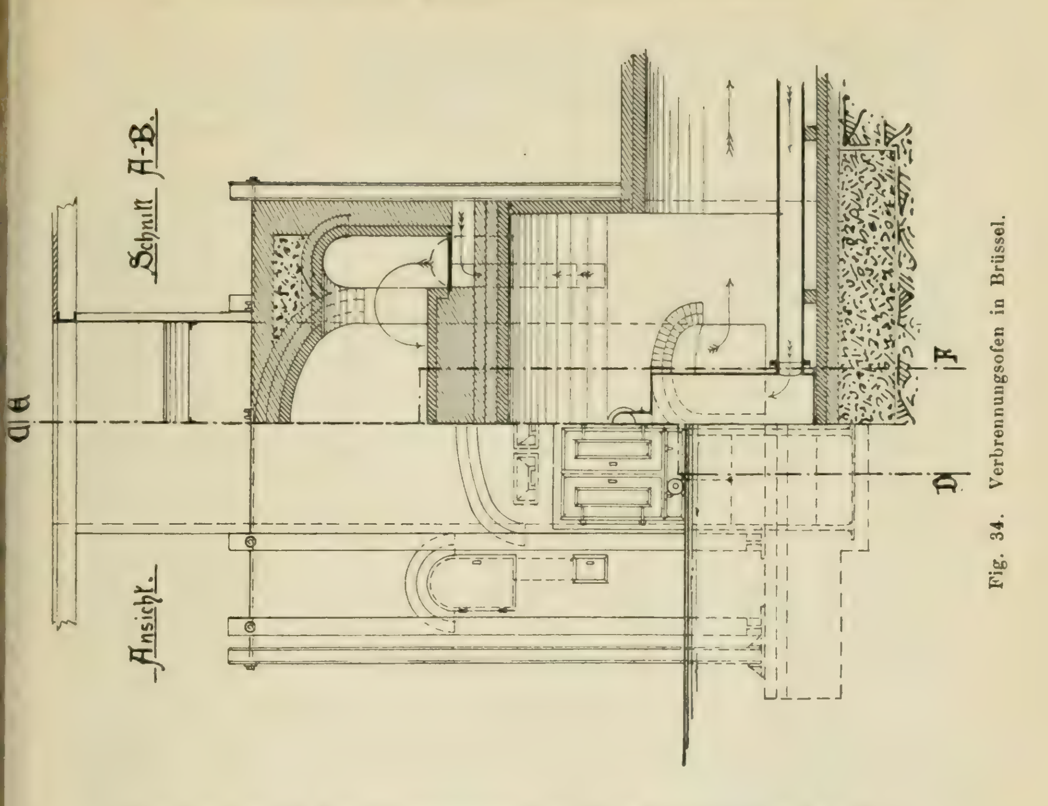


Fig. 34. Verbrennungsofen in Brüssel.

Hygienische Bedingungen für die Errichtung von Verbrennungsanlagen.

Bei Errichtung einer Verbrennungsanstalt würde vom hygienischen Gesichtspunkte die Erfüllung folgender Bedingungen zu beanspruchen sein:

1) Alle Abfälle sind sofort in der Ofenhalle oder in sonstigen geschlossenen Räumen unterzubringen.

2) Es darf nicht mehr Material nach der Anstalt gebracht werden, als im regelmäßigen Betriebe verbrannt werden kann, damit keine schädliche Ansammlung der Stoffe stattfindet.

3) Für die Rauchabführung ist ein möglichst hoher Schornstein anzulegen.

4) Durch entsprechende Vorkehrungen ist auf die Entwickelung einer möglichst großen Hitze bei der Verbrennung hinzuwirken, damit alle schädlichen Gase verbrennen.

5) Die Arbeitsräume sind gut zu ventilieren; die abgeführte Luft ist erforderlichenfalls durch die Feuer in den Schornstein zu leiten.

6) Die als verbrennungshinderlich ausgesammelten gröberen Metallteile etc. dürfen erst nach voraufgegangener Desinfektion in den freien Verkehr gesetzt werden.

7) Durch periodisch zu wiederholende chemische und bakteriologische Untersuchungen ist festzustellen, daß in den Rückständen keine organischen Bestandteile zurückgeblieben sind.

8) Bei der Verarbeitung der Rückstände ist ebenso wie bei dem Transport der Abfälle jede Staubbildung möglichst zu vermeiden.

9) Die im Werk beschäftigten Arbeiter haben vor dem Austritt aus der Anstalt die Kleider zu wechseln und ein Bad zu nehmen.

Projekte und Ausführungen von Verbrennungsanlagen in Deutschland.

In Deutschland ist zur Zeit noch keine Verbrennungsanstalt vorhanden, obgleich schon im Jahre 1886 von dem derzeitigen Attaché der deutschen Gesandtschaft in London, dem jetzigen Geheimen Baurat Garbe in Berlin, auf das Verfahren der Abfallverbrennung in England unter besonderem Bezug auf die Anlage in Southampton hingewiesen wurde. Erst jetzt ist die Errichtung einer solchen Anlage von 36 Zellen mit einem Kostenaufwande von 480000 M. in Hamburg in Angriff genommen, und in Berlin sind 100000 M. für die Anstellung größerer Versuche mit dem Verfahren bewilligt. Hierdurch angeregt, haben auch die deutschen Heiztechniker sich lebhaft für die Konstruktion solcher Oefen interessiert und in letzter Zeit viele neue Ideen und Verbesserungsvorschläge für die Oefen gemacht, ohne daß die betreffenden Konstruktionen bisher erprobt werden konnten. Solche Vorschläge, wenngleich von angesehenen Heiztechnikern gemacht, dürften immerhin mit Vorsicht aufzunehmen sein, da den Konstrukteuren meistens die Eigentümlichkeiten des zu verbrennenden Materials nicht genügend bekannt sind. Ein Mißerfolg mit derartigen neuen Konstruktionen würde der wünschenswerten Einführung der Verbrennung der Abfälle in Deutschland gefährlich werden können, weshalb es richtiger scheint, zunächst auf den in England erprobten Konstruktionen weiter zu bauen, wobei kleinere Verbesserungen natürlich nicht ausgeschlossen sind. Es ist kaum zu bezweifeln, daß das Verfahren sich dann auch in Deutschland unter sachkundiger Leitung bewähren und weiterentwickeln wird.

D. Rekapitulation über die Beseitigung der Hausabfälle.

Für die unschädliche Beseitigung der Hausabfälle wären demnach etwa folgende Vorschläge zu machen:

Die sachverständig geleitete landwirtschaftliche Verwertung der Abfuhrstoffe ist im allgemeinen als das einfachste Mittel zur Beseitigung derselben zu betrachten. Es muß jedoch dafür gesorgt werden, daß die Bedüngung der Flächen nicht höher erfolgt, als dem Eindringen der Pflanzenwurzeln resp. dem Düngerbedürfnis der Pflanzen entspricht, damit die umgehende Mineralisierung der organischen Stoffe faktisch stattfinden kann. Die Abfuhrstoffe sind, solange dies nicht durch Frostwetter verhindert wird, sofort auseinanderzubringen und unterzupflügen. Grobe Metallteile, Steinscherben etc., welche der Bodenbearbeitung hinderlich sind, können in Bodenvertiefungen abgelagert werden, sind jedoch sofort mit Erde abzudecken. Falls vorübergehend wegen Frostwetter eine Kompostierung der Hausabfälle stattfinden muß, ist die Miete möglichst weit von der Landstraße und von allen menschlichen Wohnungen entfernt anzulegen, mit Erde abzudecken und bei Beginn des Frühjahrs zu beseitigen.

Falls die Entfernung der Abfuhrstoffe nach dieser Methode der Gemeinde Schwierigkeiten macht, kommt in 2. Linie die Anhöhung von Gemeindeländereien in Frage, wenn man für diese Ländereien

ähnlich wie für die Friedhöfe eine die städtische Bebauung ausschließende Ruhezeit von 25—100 Jahren vorschreiben kann. Die Aufhöhung sollte auf höchstens 3 m Höhe beschränkt werden, die Oberfläche mit einer mindestens 30 cm starken Erdschicht abgedeckt werden und dem Fortgang der Aufhöhung entsprechend mit tiefwurzelnden Baumpflanzungen versehen werden. Natürlich müssen die betreffenden Flächen gegen Ueberflutung durch die umgebenden Wasserläufe geschützt sein. Diese Methode hat den Nebenvorteil der Entstehung und Erhaltung eines Stadtparks. Bei Seestädten kann die Versenkung der Abfälle auf tiefgründige Meeresflächen in Frage kommen, falls man gesichert ist, daß nicht ein erheblicher Teil des Unrats durch vorherrschende Luft- und Meeresströmungen an bewohnte Uferstrecken zurückgeführt wird.

Sobald der Stadtgemeinde durch die Abfuhr größere Schwierigkeiten oder unverhältnismäßige Kosten entstehen, wird das Verbrennungsverfahren eine willkommene Hilfe zur definitiven Beseitigung der Abfuhrstoffe bilden.

VI. Abfuhr und Beseitigung des Strassenkehrichts.

Einleitung.

Mit der Zusammenbringung des Straßenkehrichts, wie solche im Kapitel Straßenreinigung geschildert wurde, ist nur der erste Schritt zu der im gesundheitlichen Interesse der Bewohner erforderlichen Reinigung der Straßen geschehen. Den zweiten ebenso wichtigen Teil bildet die schleunigste Beseitigung des Kehrichts selbst, denn sowohl der Verkehr auf der Straße, wie Regen und Wind würden denselben in kürzester Zeit wieder auseinandertragen und so den Effekt der Straßenreinigung illusorisch machen. Die Beseitigung des Straßenkehrichts fällt direkt oder indirekt fast überall der Stadtgemeinde zu.

Die Beschaffenheit des Strafsenkehrichts.

ist abhängig von der Art der Pflasterung der Straße, von der Größe des Verkehrs und der Witterung. Bei nur teilweise oder schlecht gepflasterten Straßen besteht derselbe vorherrschend aus Sand vom Untergrund und ist daher relativ unschädlich. Je besser das Pflaster und je stärker der Verkehr ist, je mehr ist der Kehricht von organischen, also fäulnisfähigen Substanzen durchsetzt, und damit wächst naturgemäß die Gefahr bei der Anhäufung desselben. Der bei trockenem Wetter eine staubige, erdige Masse bildende Straßenkehricht wird an feuchten Tagen breiartig und schließlich bei weiter zunehmendem Wassergehalt vollständig schlammartig. Bei stärkeren Regenfällen wird der größte Teil der leichteren organischen Stoffe in die Siele geschwemmt, und es bleiben nur die schweren sandigen Stoffe zurück. Die nachstehende, von Petermann (Gembloux) und Richard (Bruxelles) gegebene Analyse des Straßenkehrichts von Brüssel hat deshalb ohne Angabe der näheren Verhältnisse bei seiner Gewinnung nur einen bedingten Wert.

In 1000 Gewichtsteilen trockenen Kehrichts waren enthalten:

4,72	Stickstoff
307,28	Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff
312,00	organische Bestandteile.
5,30	Phosphorsäure
2,30	Kali
594,70	Sand
85,70	Salze von Eisen, Kalk und Thonerde
688,00	anorganische Bestandteile.
1000,00	

Nach Ermittelungen in Hamburg schwankt das Gewicht des Kehrichts je nach Feuchtigkeit und Gewinnungsstelle zwischen 750 und 1100 kg per cbm.

Die Menge des Strafsenkehrichts.

ist von denselben Faktoren abhängig, wie die Beschaffenheit desselben. In gut gepflasterten Straßen mit geringem Verkehr ist die Kehrichtmenge nur sehr gering; je schlechter das Pflaster und je größer der Verkehr ist, je mehr steigt auch die Kehrichtmenge. Nach einem energischen Gewitterregen ist oft die Kehrichtabfuhr ebenso entbehrlich, wie die Straßenreinigung, da der größte Teil des Kehrichts in die Siele mitgerissen wird. Die in einzelnen Städten aus der Gesamtkehrichtmenge des Jahres berechneten Angaben der Menge pro Jahr und qm Straße können nur einen ungefähren Anhalt geben; sie beträgt z. B. per qm Straße und Jahr:

in Berlin	0,025	cbm
„ Hamburg	0,022	„
„ Altona	0,017	„
„ Kiel	0,013	„

Ebenso schwer ist eine Vergleichung pro Kopf der Bevölkerung durchführbar. Die entsprechenden Zahlen stellen sich für vorgenannte Städte etwa wie folgt per Einwohner und Jahr:

Berlin	0,14	cbm
Hamburg	0,20	„
Altona	0,09	„
Kiel	0,09	„

Abfuhr des Strafsenkehrichts.

Der von den Kehrmaschinen in der Nacht gebildete Kehrichtstrich wird gewöhnlich von Arbeitern auf kleinere Haufen gebracht, welche dann von anderen Arbeitern auf Karren geladen und zu größeren Haufen von ca. $^1/_2$ cbm Inhalt formiert werden, um so das Aufladen auf die Wagen zu beschleunigen, da bei dem direkten Aufladen der kleinen Haufen zu viele Zeit des teuren Gespannes verloren geht. Versuche, das Häufeln des Kehrichtstrichs mit Maschinen auszuführen, sind bis jetzt nicht gelungen. Das Verladen des Kehrichts ist bei normalem Wetter eine leichte Aufgabe, bei großer Trockenheit muß der Kehricht zur Vermeidung des Stäubens hierbei nochmals angefeuchtet werden. Bei nassem Wetter ist dagegen die Verladung der oft vollständig schwimmenden Masse sehr schwierig. Bei ländlichen Straßen läßt man den Kehricht dann wohl vor der Verladung etwas abtrocknen, in städtisch bebauten Gebieten ist dies aber unzulässig, falls man nicht etwa den Schlamm in die Sandfänge der Regeneinläufe oder in besonders

hierfür angelegte Schlammgruben mit Sielanschluß, ähnlich den Kehrichtgruben für den Tageskehricht, bringen kann.

Abfuhrzeit.

Die Abfuhr sollte aus ästhetischen und praktischen Rücksichten möglichst in der Nacht im unmittelbaren Anschluß an die nächtliche Reinigung erfolgen. Zweckmäßig wird hierbei mit dem Verladen des Tageskehrichts aus den Kehrichtgruben der Anfang gemacht, damit die Wagen dem Arbeitspensum der Nachtkolonne in kurzem Zeitinterwall folgen. Gewöhnlich besteht eine Vorschrift, nach welcher die Kehrichtabfuhr innerhalb einer kurzen Frist nach Fertigstellung der Nachtarbeit zu beenden ist, und müssen dann die Kehrichtwagen ungesäumt das städtische Gebiet verlassen.

Kehrichtwagen.

Zur Abfuhr des Straßenkehrichts wurden früher überall einfache Blockwagen benutzt, allmählich verlangt man von denselben aber aus gesundheitlichen Rücksichten, daß sie abdeckbar und zur Vermeidung von Leckage bei nassem Wetter auch wasserdicht sind. Die Zeichnung Fig. 35 (siehe S. 226) zeigt einen Kehrichtwagen mit dichtgenietetem eisernen Wagenkasten, wie solche in Berlin und Hamburg zur Zeit gebräuchlich sind. Im allgemeinen gilt für eine zweckmäßige Konstruktion des Straßenkehrichtwagens dasselbe, was vorstehend über den Abfuhrwagen für Hauskehricht gesagt ist.

Regie- oder Uebernehmerbetrieb.

Eine geordnete Straßenreinigung setzt ein so inniges Zusammenarbeiten der Kehrichtabfuhr mit den übrigen Arbeiten voraus, wie nur schwer beim Uebernehmerbetriebe zu erreichen ist. Soweit die Straßenreinigung selbst im Regiebetriebe der Gemeinde erfolgt, ist es daher ratsam, auch die Abfuhr des zusammengebrachten Kehrichts im Selbstbetriebe ausführen zu lassen, wobei es jedoch unnötig ist, daß die Gemeinde auch die definitive Unterbringung des Kehrichts veranlaßt. Außerhalb des städtischen Gebiets, wo meistens doch eine Umladung des abgefahrenen Kehrichts auf andere Transportmittel stattfindet, kann sehr wohl der Privatbetrieb des Landmanns oder besonderer Uebernehmer eingreifen.

Beseitigung des Strafsenkehrichts.

Ueber die Beseitigung des Straßenkehrichts gilt im allgemeinen dasselbe, was vorstehend über den Hauskehricht näher ausgeführt ist, wenngleich der Straßenkehricht in hygienischer Beziehung wohl nicht ganz so gefährlich ist. In England, wo der Unschädlichmachung der Hausabfälle so große Sorgfalt gewidmet wird, betrachtet man den Straßenkehricht meistens als vollständig unschädlich und benutzt ihn deshalb nicht selten zur Aufhöhung tiefliegender Plätze innerhalb des städtisch bebauten Gebiets. Es läßt sich aber doch nicht leugnen, daß der Straßenkehricht seiner Entstehung nach dieselben schädlichen Bestandteile, wenn auch in geringerer Menge, enthalten muß, wie der Hauskehricht. Je dichter die Bevölkerung des Stadtteils ist, je mehr wird der Straßenkehricht neben tierischem Dung auch Hausabfälle aller

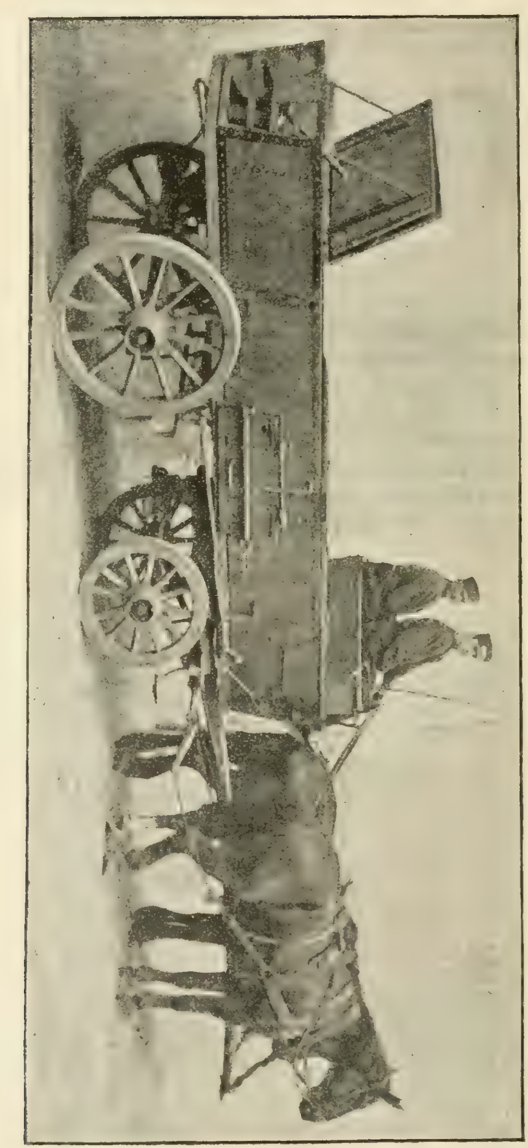


Fig. 35. Kehrichtwagen.

Art enthalten, und je mehr muß man denselben daher zur Verbreitung von Krankheitsstoffen geeignet halten. Es ist deshalb gerechtfertigt, im allgemeinen die Regeln, welche vorher für die Beseitigung des Hauskehrichts aufgeführt sind, auch auf den Straßenkehricht auszudehnen, wenngleich man für besonders sandigen Kehricht aus den Außenbezirken oder von den Steinschlagbahnen, welcher also verhältnismäßig wenig organische Bestandteile enthält, eine Ausnahme machen und diesen zur Aufhöhung niedriger Ländereien benutzen kann.

a) Landwirtschaftliche Verwendung des Straßenkehrichts.

Wie der Hauskehricht ist auch der Straßenkehricht unter Umständen ein geeigneter Dünger, doch eignet derselbe sich weniger für den Acker als für tiefgrundiges Wiesenland, über welches er in so dünner Lage ausgebreitet wird, daß das Gras schnell hindurchwächst. Da der Straßenkehricht aber, abgesehen von demjenigen, welcher von den Tagkolonnen in den Hauptverkehrsstraßen gesammelt wird und deshalb vorherrschend aus Pferdedung besteht, sehr viele taube Materialien enthält, so ist die Entfernung, für welche sich der Transport des Straßenkehrichts zu Dungzwecken verlohnt, eine sehr beschränkte und dadurch die Nachfrage nach diesem Material eine sehr geringe. Für den Acker kommt der Straßenkehricht nur in Gemeinschaft mit anderen Abfällen, namentlich dem Hauskehricht, in Frage und ist dann wie dieser zu behandeln. Vielfach ist auch eine Kompostierung des Straßenkehrichts mit anderen Dungstoffen gebräuchlich; so findet z. B. in englischen Städten vielfach eine Mischung der Fäkalien oder des von den Fäkalien getrennten Urins mit dem Straßenkehricht statt, um diese Stoffe gemeinschaftlich besser transport- und absatzfähig zu machen. Dieser Art der Beseitigung des Straßenkehrichts kann aber vom sanitären Standpunkte nicht das Wort geredet werden.

b) Verbrennung des Straßenkehrichts.

Die Beseitigung durch Verbrennung, welche für Hauskehricht mehr und mehr zur Einführung gelangt, ist selbst in England für den Straßenkehricht nur in wenigen Städten gebräuchlich. Die Ursache hiervon ist einerseits, daß man dort, wie erwähnt, den Straßenkehricht für weniger bedenklich erachtet, während andererseits nur der Kehricht aus dichtbevölkerten, vollständig und gut gepflasterten Stadtgebieten so viel organische Stoffe enthält, um ohne Zusatz von Kohlen brennen zu können. Der Zusatz von Kohlen macht das Verbrennungsverfahren aber zu kostspielig. Bei einer Mischung mit Hausunrat wird man eine gewisse Menge minderwertigen Straßenkehrichts mit durchbrennen können; das Wieviel wird nur der Versuch ergeben können. An sich ist unstreitig die Verbrennung auch für diese Abfälle das in sanitärer Beziehung am meisten zu empfehlende Verfahren der Beseitigung.

Abfuhrkosten.

Die Kosten der Abfuhr des Straßenkehrichts sind in den Städten außerordentlich verschieden und in erster Linie von der erforderlichen Transportweite bis zur Verwendungsstelle abhängig. Mit zunehmender Ausdehnung der Stadt nehmen deshalb die Kosten erheblich zu. Zum ungefähren Anhalt sei angeführt, daß die Kosten in Berlin 1892/93 bei

213000 cbm 378160 M., in Hamburg 1893 bei 119356 cbm 135940 M. betrugen oder M. 1,78 resp. M. 1,14 pro cbm und M. 0,23 resp. M. 0,22 pro Jahr und Einwohner.

VII. Beseitigung der festen gewerblichen Abfälle.

Einleitung.

Die Grenze zwischen dem Hauskehricht und den gewerblichen Abfällen ist oft schwer zu ziehen, und ein nicht unerheblicher Teil der gewerblichen Abfälle fällt direkt der Hausunratabfuhr zur Last. Dem Prinzip nach wird wohl in allen Städten die Abfuhr der gewerblichen Abfälle nicht als Sache der Gemeinde, sondern der beteiligten Gewerbetreibenden betrachtet. In Manchester wird sogar der Kehricht aus Räumen, in denen Geld gezahlt oder empfangen wird (Banken u. s. w.), als gewerblicher Abfall betrachtet, dessen Abfuhr seitens der Stadt nur gegen vorherige Bezahlung erfolgt. Meistens ist es jedoch in den Städten Gebrauch geworden, kleine Mengen gewerblicher Abfälle von den Hausindustriellen und Detailgeschäften unbeanstandet mit zu beseitigen und nur für Fabriken und Engrosgeschäfte die Abfuhr zu verweigern. Zu den fraglichen Stoffen gehören auch die Schlacken von den Kesselheizungen. In Hamburg pflegt man z. B. Schlacken von Centralheizungsanlagen bei der Hausunratabfuhr mitzunehmen, dagegen solche von Kraft- und Beleuchtungsanlagen zurückzuweisen.

In den letzten Jahren hat man allerdings gelernt mancherlei Abfälle, welche früher als nutzlos fortgeworfen wurden, wieder zu verwerten, trotzdem ist die Masse der gewerblichen Abfälle, zu denen auch verdorbene Waaren und tierischer Dung zu zählen sind, nicht unbedeutend. Die Schwierigkeiten, welche sich in großen Städten der Beseitigung der Hausabfälle und des Straßenkehrichts entgegenstellen, haben sich dort allmählich auch auf die Beseitigung der gewerblichen Abfälle ausgedehnt. Immermehr fehlt es an passenden Abladestellen und die Folge ist, daß die Abladung oft an unerlaubten und unpassenden Stellen zum Nachteil der Anwohner geschieht. Es wird deshalb, und vielleicht nicht mit Unrecht, das Verlangen an die Stadtgemeinden gerichtet, daß dieselben auch die Abfuhr dieser Stoffe event. gegen Ersatz der Selbstkosten übernehmen mögen, mindestens aber für die Vorhaltung eines Abladeplatzes Sorge tragen sollen. Wenn man diese Forderungen auch als zu weitgehend erachtet, sollte man doch im Interesse der Bevölkerung für die Beseitigung der gewerblichen Abfälle eingehende Vorschriften erlassen.

Aufbewahrung.

Für die Aufbewahrung ist im allgemeinen zu verlangen, daß infolge der Lagerung gewerblicher Abfälle die Nachbarschaft weder durch Staub, noch Geruch belästigt werden darf. Bei fäulnisfähigen Stoffen ist außerdem dafür zu sorgen, daß eine Verseuchung des Bodens ausgeschlossen ist, weshalb für fäulnisfähige Stoffe die Lagerung in dichtgemauerten verdeckten Gruben vorgeschrieben und eine Beseitigung in möglichst kurzen Zeiträumen erstrebt werden muß.

Transport.

Auch beim Transport ist jede Staubbelästigung der Passanten zu vermeiden. Uebelriechende Stoffe dürfen nur in luftdicht schließenden Transportgefäßen befördert werden, auch ist es erwünscht, da es bei dem Umladen in der Regel doch nicht ohne Geruchsbelästigung abgeht, für den Transport die Nachtstunden vorzuschreiben.

Unterbringung.

Für den Verbleib der gewerblichen Abfälle ist zwischen fäulnisfähigen und nicht fäulnisfähigen Stoffen zu unterscheiden. Während man die Ablagerung der letzteren überall, auch zu Aufhöhungszwecken, gestatten kann, falls der Polizeibehörde nur das Recht zusteht, aus ästhetischen Gründen eine Abdeckung der Schutthalden mit erdigem Material zu verlangen, muß man für die fäulnisfähigen Stoffe verlangen, daß dieselben, ebenso wie der Hauskehricht schleunigst aus dem Bereich der städtisch bebauten Stadtteile entfernt, und im landwirtschaftlichen Betriebe als Dung verwertet, das heißt, durch schleuniges Unterpflügen beseitigt werden.

Auch für die gewerblichen Abfälle kann eine Verbrennungsanstalt gute Dienste thun, da ein großer Teil dieser Abfälle, deren Unterbringung zur Zeit Schwierigkeiten macht, so z. B. Waarenabfälle, Verpackungsmaterialien u. s. w. in den Kehrichtöfen gut brennbar ist. Wenn die Gemeinde den Transport und die Vernichtung der brennbaren gewerblichen Abfälle gegen Ersatz der Selbstkosten übernimmt, wird sie sowohl den Industriellen und Kaufleuten, wie der Bevölkerung einen guten Dienst erweisen; die Gewerbetreibenden entgehen den oft maßlosen Forderungen der Abfuhrübernehmer und im Interesse der Allgemeinheit wird die Abladung der Stoffe an unerlaubter Stelle z. B. auf abgelegenen Straßen und in öffentlichen Wasserläufen resp. die Anhäufung fäulnisfähiger Stoffe in der Nähe menschlicher Wohnungen vermieden.

Litteratur über Strafsenreinigung, Strafsenbesprengung und Beseitigung der Abfälle.

1) **O. Süssenguth**, *Die Industrie der Abfallstoffe, Darstellung der gebräuchlichsten Methoden zur technischen Verwertung von Abgängen des Tier-, Pflanzen- und Mineralreichs, Leipzig* 1879.
2) **Kaiser**, *Stadtbaurat in Stuttgart, Zur Frage der Strafsenreinigung, Stuttgart* 1884.
3) **Th. Hewson**, *Borough Engineer Leeds, Report on the destructors and carboniser of house, ashpit and market refuse, Leeds* 1884.
4) **Garbe**, *Professor und Baurat, Reinigung des Abwassers und Beseitigung des Kehrichts in Southampton mittelst einer gemeinschaftlichen Anlage, Centralblatt der Bauverwaltung* (1886) 427.
5) **Chas. Jones**. *Surveyor Ealing, Refuse destructors and their results up to the present time, Ealing* 1887.
6) **Th. Codrington**, *Engineering Inspector of the Local Government Board, Report on the destruction of town refuse, London* 1888.
7) **J. T. Pilditsch**, *Surveyor to the Board for the Parish of Battersea, Report as to the progress and development of the Parish of Battersea from* 1855—1888 *and the erection of the new dust destructors, London* 1888.
8) **William Warner**, *Engineer in Nottingham, Destructors and refuse furnaces, Nottingham* 1888.
9) **W. Horsfall**, *A reply to a Paper by Mr. W. Warner C. E. (Nottingham) on towns refuse destructors, Leeds* 1888.
10) **M. Knauff**, *Baumeister und Privatdozent, Behandlung fester Abfälle, Glaser's Annalen für Gewerbe- und Bauwesen* (1888) 219.

11) **W. B. G. Bennett**, *The new sanitary works of Southampton, utilization of town refuse, Southampton* 1889.
12) **R. Baumeister**, *Oberbaurat und Professor an der technischen Hochschule zu Karlsruhe, Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung, Handbuch der Baukunde Abt. III, Heft* 3, *Berlin* 1890.
13) **C. Heuser**, *Regierungs- und Stadtbaumeister in Aachen, Die Verbrennung des Haus- und Strafsenkehrichts, Hannover* 1890.
14) **E. Richter**, *Ingenieur und Inspektor der städtischen Strafsenreinigung in Hamburg, Beseitigung der festen Abfälle in den Städten Englands, Deutsche Bauzeitung* (1890) 249.
15) **Chas. Jones**, *Surveyor Ealing, Hous refuse and refuse destructors, Ealing* 1891.
16) *The Oldham refuse destructor, formal opening of the works, reprinted from Oldham Chronicle*, 24. *Novbr.* 1891.
17) **Charles J Lomax**, *Surveyor to the Failsworth Local Board, Collection, treatment and disposal of town refuse, Little Bolton* 1892.
18) **Dr. Th. Weyl** *in Berlin, Die Vernichtung und Verwertung städtischer Abfallstoffe in England, Vortrag gehalten in der Berliner Medizinischen Gesellschaft, Berliner klinische Wochenschrift* (1892) *No.* 3.
19) *Engineering News*, 17. *Novbr.* 1892 (*referiert im Gesundheits-Ingenieur* (1893) *No.* 7, 220), *Ueber die Verwendung des Seewassers zur Strafsenbesprengung.*
20) **Dr. Eduard Schmitt**, *Professor an der technischen Hochschule in Braunschweig, Handbuch der Architektur*, 3. *Teil: Die Hochbau-Konstruktionen*, 5. *Teil: Aborte und Pissoirs, Darmstadt* 1892.
21) **Chas. Jones**, *Surveyor Ealing, Information obtained from the Surveyors of various towns as to the mode of disposing of house refuse in their district, Ealing* 1893.
22) **Dr. Th. Weyl** *in Berlin, Studien zur Strafsenhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Müllverbrennung, Jena* 1893.
23) **Dr. Walter May**, *Oelpissoirs, Centralblatt der Bauverwaltung* (1893) 27.
24) **H. Stritzl**, *Oberinspektor der Wiener Berufsfeuerwehr, Ueber Strafsenreinigung der Städte, Wien* 1893.
25) **Maurer**, *Bauinspektor, Strafsenreinigung in Stuttgart, Gesundheits-Ingenieur* (1893) *No* 9.
26) **H. Alfr. Roechling**, *Civil-Ingenieur in Leicester, Der gegenwärtige Stand der Verbrennung des Hausmulls in englischen Städten, Gesundheits-Ingenieur* (1893) 601.
27) *Jahresberichte des Magistrats von Berlin spez. der Baudeputation und der Deputation für städtisches Strafsenreinigungswesen.*
28) **Kori**, *Gesundheitsingenieur* (1893) *No.* 7.
29) **Goldstein**, *Ueber ein neues Müllabfuhrverfahren, Viertelj. f. öffentl. Gesundheitspfl.* (1893).
30) **Lebach**, *Ein neuer Kehrichtwagen, Hyg. Rundsch.* (1894) 263.

Register.

General-Register

zum zweiten Bande.

(II Hinter den Zahlen bedeutet die zweite Abteilung dieses Bandes, während die erste Abteilung ohne besondere Bezeichnung blieb.)

A.

C.

D.

E.

F.

L.

M.

Q.

R.

T.

U.

V.

W.

Z.

Frommannsche Buchdruckerei (H. Pohle) in Jena.









